



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2011

---

**Proceedings of the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik WI  
2.011 Volume 1**

Edited by: Bernstein, Abraham ; Schwabe, Gerhard

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich  
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-60505>  
Edited Scientific Work

Originally published at:

Proceedings of the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik WI 2.011 Volume 1. Edited by: Bernstein, Abraham; Schwabe, Gerhard (2011). Zurich: Lulu.

**Proceedings of the 10<sup>th</sup> International  
Conference on Wirtschaftsinformatik**  
WI 2.011

Volume 1



16-18 February 2011  
Zurich, Switzerland



**Abraham Bernstein and Gerhard Schwabe**  
**(Editors)**

**Proceedings of the 10<sup>th</sup> International  
Conference on Wirtschaftsinformatik**  
WI 2.011

Volume 1



16-18 February 2011  
Zurich, Switzerland



© A. Bernstein and G. Schwabe 2011

The papers in this book comprise the proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Wirtschaftsinformatik. The copyrights of papers belong to the authors. The papers reflect the authors' opinions, and, in the interests of timely dissemination, are published without change. Their inclusion in this book does not necessarily constitute endorsement by the editors. The editors have no responsibility for the persistence and accuracy of URLs referred to in this publication and do not guarantee that any content on such websites is, or will remain, accurate or appropriate.

Volume 1 of the conference proceedings contains papers submitted to the following tracks:

- IT in Services
- IS in Industries and Business Applications
- Information Management
- Student track

ISBN: 978-1-4467-9233-9

Volume 2 of the conference proceedings contains papers submitted to the following tracks:

- Development/Architecture of IS
- Adoption, Usage and Impact of IS
- New Technologies and Applications
- Theory and Methodology in Information Systems

ISBN: 978-1-4467-9236-0

Copies of the conference proceedings can be ordered from [www.lulu.com](http://www.lulu.com)

Editorial production by Tom Philip

Cover art production by Natasa Milosevic and Stephanie van Grondel

Printed by Lulu.com



[www.wi2011.ch](http://www.wi2011.ch)

# Table of Contents

## Tenth International Conference on Wirtschaftsinformatik

<b>Preface .....</b>	<b>xi</b>
<b>Conference Organization .....</b>	<b>xii</b>
<b>Associate Editors .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Reviewers .....</b>	<b>xv</b>

### Track 1: IT in Services

#### **Editorial**

<i>Susanne Leist, Robert Winter .....</i>	<i>1</i>
---	----------

<b>How Digital Divide affects Public E-Services: The Role of Migration Background</b> <i>Martin Barth, Daniel Veit .....</i>	<b>3</b>
---	----------

<b>Automatic Identification of Structural Process Weaknesses – Experiences with Semantic Business Process Modeling in the Financial Sector</b> <i>Jörg Becker, Burkhard Weiss, Axel Winkelmann .....</i>	<b>15</b>
---	-----------

<b>The Impact of a Millisecond: Measuring Latency Effects in Securities Trading</b> <i>Bartholomäus Ende, Tim Uhle, Moritz Weber .....</i>	<b>27</b>
---	-----------

<b>An Approach to Support the Performance Management of Public Health Authorities using an IT based Modeling Method</b> <i>Hans-Georg Fill, Andreas Eberhart, Andrea Laslop, Ilona Reischl, Thomas Lang, Dimitris Karagiannis .....</i>	<b>38</b>
--	-----------

<b>REGIS – A Web Application Platform-based University Research Group Information System</b> <i>Oliver Gass, Christoph Krammer, Alexander Maedche .....</i>	<b>48</b>
--	-----------

<b>Beherrschen Kunden Self-Services? Der Einfluss von Control in der Nutzung von Self-Service-Technologien</b> <i>Susan Gnädinger .....</i>	<b>58</b>
--	-----------

<b>Does Algorithmic Trading Increase Volatility? Empirical Evidence from the Fully-Electronic Trading Platform Xetra</b> <i>Sven Groth .....</i>	<b>68</b>
---	-----------

<b>Ein Literature Review zur Aufarbeitung aktueller Forschungsergebnisse zu Health 2.0 Anwendungen</b> <i>Marco Hartmann, Andreas Prinz, Roland Görlitz, Eike Hirdes, Asarnusch Rashid, Christof Weinhardt, Jan Leimeister .....</i>	<b>78</b>
---	-----------

<b>Automatisierte Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen – Ein Web Service-basiertes Konzept</b> <i>Bernd Heinrich, Mathias Klier, Steffen Zimmermann .....</i>	<b>88</b>
--	-----------

<b>Entwurf ausgewählter Spracherweiterungen zur Ressourcenmodellierung in Pflegedienstleistungsmodellen</b> <i>Michael Hess, Jochen Meis .....</i>	<b>99</b>
---	-----------

<b>Ökonomische Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen – Ein modelltheoretischer Ansatz auf Grundlage CMMI-basierter Prozessreifegradmodelle</b>	
<i>Nora Kamprath, Maximilian Röglinger</i>	109
<b>Die Integration des Kunden in Geschäftsprozesse – ein ökonomisches Modell und dessen Anwendung am Beispiel eines Versicherungsunternehmens</b>	
<i>Nora Kamprath, Julia Heidemann, Anna-Luisa Müller</i>	119
<b>Integrierende geschäftsorientierte Servicearchitektur am Beispiel des Bankenbereichs</b>	
<i>Falk Kohlmann, Rainer Alt</i>	129
<b>Nutzertypen für die situative FIS-Gestaltung: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung</b>	
<i>Jörg Mayer, Daniel Stock</i>	139
<b>SODA@Med – Ein Framework zur serviceorientierten Integration medizinischer Geräte in Krankenhausinformationssysteme</b>	
<i>Christian Mauro, Jan Leimeister, Helmut Krcmar</i>	150
<b>Entscheidungsunterstützung für ein unternehmenswertorientiertes Beschwerdemanagement im Dienstleistungsbereich durch ein dynamisches Simulationsmodell</b>	
<i>Marco Meier, Benjamin Mosig, Dieter Reinwald</i>	160
<b>Service-based Integration of IT-Innovations in Customer-Bank-Interaction</b>	
<i>Till Möwes, Thomas Puschmann, Rainer Alt</i>	170
<b>An Empirical Study of Extracting Multidimensional Sequential Rules for Personalization and Recommendation in Online Commerce</b>	
<i>Arthur Pitman, Markus Zanker</i>	180
<b>Controlling patientenbezogener Kooperationsstrukturen im Gesundheitswesen der Zukunft mit Routinedaten</b>	
<i>Jörg Purucker, Haithem Derouiche</i>	190
<b>Shilling in Online-Auktionen</b>	
<i>Christian Schmeisser, Ralf Peters</i>	201
<b>Kundentypen und Nutzungsabsicht von mobilen Versicherungsdiensten: Eine empirische Analyse</b>	
<i>Stephan Watzdorf, Frederic Thiesse, Tobias Ippisch, Elgar Fleisch</i>	207
<b>Track 2: IS in Industries and Business Applications</b>	
<b>Editorial</b>	
<i>Peter Loos, Markus Nüttgens</i>	219
<b>Knowing is Silver, Listening is Gold: On the Importance and Impact of Feedback in IT-based Innovation Contests</b>	
<i>Sabrina Adamczyk, Jörg Haller, Angelika Bullinger, Kathrin Möslein</i>	221
<b>Beschaffungsmanagement für hybride Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken – Status Quo und Gestaltungsperspektiven</b>	
<i>Stefan Bensch, Holger Schrödl, Klaus Turowski</i>	231

<b>Towards an Artifact Model for Requirements to IT-enabled Product Service Systems</b> <i>Marina Berkovich, Sebastian Esch, Christian Mauro, Jan Leimeister, Helmut Krcmar</i>	241
<b>Informationssystemarchitekturen zur Unterstützung technischer Kundendienstleistungen</b> <i>Rüdiger Breitschwerdt, Michael Fellmann, Sebastian Hücke, Oliver Thomas, Nadine Blinn, Michael Schlicker</i>	252
<b>Quo vadis, B2B? Eine Literaturuntersuchung von Journal-Publikationen in den Jahren 2000 bis 2008</b> <i>Norbert Frick</i>	262
<b>Konzeption und Umsetzung eines DSS zur robusten Ressourcenbelegungsplanung im Spezialmaschinenbau</b> <i>Christian Gahm, Jens Kruse</i>	272
<b>Enhancement of Transparency and Adaptability by Online Tracking of Enterprise Processes</b> <i>Manfred Grauer, Sachin Karadgi, Daniel Metz</i>	282
<b>A Service-Oriented Approach to Freight Routing in Intermodal Transport Systems</b> <i>Jörg Leukel, Stefan Kirn</i>	292
<b>A Functional Reference Model for Manufacturing Execution Systems in the Automotive Industry</b> <i>Alexander Schmidt, Boris Otto, Hubert Österle</i>	302
<b>Hybride Leistungsbündel für energieeffiziente Planung, Steuerung und Betrieb von IT-Infrastruktur</b> <i>Carl Stolze, Michael Freundlieb, Oliver Thomas, Frank Teuteberg</i>	312
<b>The Impact of Data Quality and Analytical Capabilities on Planning Performance: Insights from the Automotive Industry</b> <i>Johannes Warth, Gernot Kaiser, Maurice Kuegler</i>	322
<b>Development and Simulation of a Balanced Scorecard for Sustainable Supply Chain Management – A System Dynamics Approach</b> <i>David Wittstruck, Frank Teuteberg</i>	332
<b>Track 3: Information Management</b>	
<b>Editorial</b> <i>Helmut Krcmar, Detlef Schoder</i>	343
<b>Industrialisierung von IT-Dienstleistungen: Anwendung industrieller Konzepte und deren Auswirkungen aus Sicht von IT-Dienstleistern</b> <i>Jörg Becker, Jens Pöppelbuss, Daniel Venker, Lars Schwarze</i>	345
<b>Supporting Business Process Compliance in Financial Institutions - A Model-Driven Approach</b> <i>Jörg Becker, Philipp Bergener, Patrick Delfmann, Mathias Eggert, Burkhard Weiss</i>	355
<b>Fostering Comparability in Research Dissemination: A Research Portal-based Approach</b> <i>Jörg Becker, Patrick Delfmann, Ralf Knackstedt, Lukasz Lis</i>	365
<b>Die Bedeutung relationaler Faktoren für den IT-Wertbeitrag - Eine Studie unter den größten 1.500 US-Banken</b> <i>Daniel Beimborn, Nils Joachim, Frank Schlosser, Heinz-Theo Wagner, Tim Weitzel</i>	375

<b>Wann sind IT-Security-Audits nützlich?</b> <i>Rainer Boehme</i> .....	385
<b>The Role of Interests, Abilities, and Motivation in Online Idea Contests</b> <i>Karsten Frey, Simon Haag, Vanessa Schneider</i> .....	395
<b>Zur Optimalen Granularität von IT-Services – Eine Analyse relevanter ökonomischer Einflussfaktoren</b> <i>Bettina Friedl</i> .....	404
<b>Langfristige versus periodische IT-Investitionsbewertung im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung</b> <i>Bjoern Haeckel, Florian Haensch, Vasko Isakovic</i> .....	414
<b>Dynamics of the Amount of Control in Offshore Software Development Projects</b> <i>Robert Hartmann, Martin Wiener, Ulrich Remus</i> .....	424
<b>Entwicklung eines Reifegradmodells zur Steuerung einer Multisourcing-Initiative auf Konzern-Ebene</b> <i>Thomas Herz, Florian Hamel, Falk Uebernickel, Walter Brenner</i> .....	434
<b>SOA-Governance für effektive serviceorientierte Architekturen – Eine empirische Studie in der deutschen Dienstleistungswirtschaft</b> <i>Nils Joachim, Daniel Beimborn, Tim Weitzel</i> .....	446
<b>Informationsmanagement in der Produktion - Empirische Ableitung eines Konzepts zur Ermittlung produktionsspezifischer Informationsbedarfe</b> <i>Margarete Koch, Heiner Lasi, Hans Kemper</i> .....	456
<b>Understanding the Cloud Computing Ecosystem: Results from a Quantitative Content Analysis</b> <i>Benedikt Martens, Jens Pöppelbuss, Frank Teuteberg</i> .....	466
<b>IT/IS Project Portfolio Selection in the Presence of Project Interactions - Review and Synthesis of the Literature</b> <i>Christian Meier, Dennis Kundisch</i> .....	477
<b>Untersuchung der praktischen Anwendbarkeit des IS-Erfolgsmodells von DeLone und McLean</b> <i>Markus Neumann, Jon Sprenger, Arkadius Gemlik, Michael Breitner</i> .....	487
<b>Toward Understanding Enterprise Architecture Management's Role in Strategic Change: Antecedents, Processes, Outcomes</b> <i>Frank Radeke</i> .....	497
<b>M&amp;A driven IT transformation - Empirical findings from a series of expert interviews in the German banking industry</b> <i>Christopher Schulz, Andreas Freitag, Florian Matthes</i> .....	508
<b>Key Differentiators of Open Innovation Platforms – A Market-oriented Perspective</b> <i>Martin Stoetzel, Martin Wiener, Michael Amberg</i> .....	518
<b>Inferenzstatistische Modellierung der Dynamik bipartiter Netzwerke am Beispiel einer online Reiseplattform</b> <i>Roman Tilly, Johannes Putzke, David Schölgens, Fischbach Kai</i> .....	528

<b>Einflussfaktoren auf die Präferenz bei Produktkonfiguratoren - Eine empirische Studie am Beispiel der Automobilindustrie</b>	
<i>Markus Weinmann, Susanne Robra-Bissantz, Maximilian Witt, Erwin Schmidt</i>	539
<b>Student Track</b>	
<b>Editorial</b>	
<i>Jan vom Brocke</i>	549
<b>Negotiation Support System Functionality in Business Communication Applications – a Case-Based Evaluation</b>	
<i>Robert Elsler, Malte Horstmann, Michael Körner, Mareike Schoop</i>	551
<b>Vergleich von Campus Management Systemen im Bereich Studium und Lehre</b>	
<i>Philipp Griesberger, Andreas Brummer, Wolfgang Lichtenegger</i>	561
<b>Charting the landscape of enterprise architecture management</b>	
<i>Mariana Mykhashchuk, Sabine Buckl, Thomas Dierl, Christian Schweda</i>	570
<b>Zuweisermanagement für Leistungserbringer im Gesundheitswesen</b>	
<i>Carlo Napoli</i>	578
<b>Flexibilität in Business Process Management Systemen durch Case-based Reasoning</b>	
<i>Andreas Pichler</i>	589
<b>Anforderungserhebung in der öffentlichen Verwaltung - Ein Vorschlag für einen strukturierten Erhebungsprozess und die resultierende Anforderungsdokumentation</b>	
<i>Philipp Stephanow, Sebastian Hudert</i>	598
<b>Risikosteuerung bei der Anpassung von Behandlungs-abläufen für die elektronische Gesundheitskarte</b>	
<i>Sebastian Teichmann, Sebastian Duennebeil, Ali Sunyaev, Helmut Krcmar</i>	608
<b>Leistungsbewertung zu adaptierender Web Services in serviceorientierten Architekturen</b>	
<i>Timo von der Dovenmuehle, Jorge Marx Gómez</i>	618
<b>A Study on the Acceptance of ECM Systems</b>	
<i>Laurent Wiltzius, Alexander Simons, Stefan Seidel</i>	624



# Wirtschaftsinformatik 2011: Towards Information Systems 2.011

## Preface

Abraham Bernstein  
Department of Informatics  
University of Zürich  
Binzmühlestrasse 14  
CH-8050 Zürich, Switzerland  
bernstein@ifi.uzh.ch

Gerhard Schwabe  
Department of Informatics  
University of Zürich  
Binzmühlestrasse 14  
CH-8050 Zürich, Switzerland  
schwabe@ifi.uzh.ch

### Welcome to the Wirtschaftsinformatik 2011

Information technology is permeating all sectors of both economic and everyday life increasing the importance of the Information Systems field. The goal of the 10<sup>th</sup> International Conference Wirtschaftsinformatik (Information Systems) is to improve our understanding of this development from a scientific perspective as well as to provide practitioners and academics a platform for the discussion of this topic.

In particular, the increasing pace of changes due to the Internet/Business 2.0 phenomenon require reflection on the durability of our findings. Therefore, we chose the conference motto “Information Systems 2.011” to illustrate our needs to think beyond the current phenomena.

Last August 398 authors of papers followed our call for papers and submitted original research papers for the following tracks:

- Track 1: IS in Services
- Track 2: IS in Industries and Business Applications
- Track 3: Information Management
- Track 4: Development / Architecture of IS
- Track 5: Adoption, Usage and Impact of IS
- Track 6: New Technologies and Applications
- Track 7: Theory and Methodology of Information Systems

Each paper was checked by the Track Chairs (TCs) for suitability for the track and then assigned to an Associate Chair (AE) and at least 3 Reviewers. After a first round of reviewing most authors were given a chance to write a rebuttal (or

clarification). The AE then lead a discussion with the reviewers resulting—where needed—in additional reviews and ultimately to his or her recommendation to the track meetings. In the week of November 15, each track held a track meeting in Zürich or Berlin, where each paper with a chance to get accepted was discussed thoroughly and recommended for acceptance, conditional acceptance, or rejection to the final program committee meeting. Authors of conditionally accepted paper got the chance to revise their paper if the track meeting participants felt that such a revision could be successfully achieved in the allotted two weeks. The process resulted in 110 accepted papers and, hence, an overall acceptance rate of a bit below 28% – all of which are included in these proceedings.

In addition to the main paper track, the conference will feature 3 keynotes, 3 panels, a doctoral consortium, and a students track with papers that were submitted by students and reviewed separately.

As always, these proceedings and the associated conference would not have been possible without the diligent work of a large number of individuals. In addition to the 15 Track Chairs, 131 Associate Editors (plus an 21 additional in the Student Track), and 555 Reviewers, each track had a CMT-manager (all of them will be named individually in the next few pages). Furthermore, we were supported by the local organizers—Evelyn Berger and Annouk Bühler—as well as the delegate of the general chairs—Tom Philip. We owe them our deepest gratitude, as the program would not have been possible without them.

Last but not least, we are indebted to our conferences Gold Sponsors Avaloq, IBM, and SAP as well as our other sponsors HILTI and the SI (Swiss Informatics Society). Their generous support allowed us to offer the conference participants the typical conference amenities at a reasonable price.

In closing, we hope that you will enjoy reading the papers in this volume and wish you a thought-provoking conference.

December 2010

Abraham Bernstein & Gerhard Schwabe



# Conference Organization

## General Chairs

Abraham Bernstein, University of Zurich  
Gerhard Schwabe, University of Zurich

## Track Chairs

Bettina Berendt, Catholic University Leuven  
Wynne Chin, University of Houston  
Jens Dibbern, University of Berne  
Oliver Günther, Humboldt University Berlin  
Stefan Klein, University of Munster  
Armin Heinzl, University of Mannheim  
Gerti Kappel, TU Vienna  
Stefan Klein, University of Munster  
Helmut Krcmar, TU Munich  
Susanne Leist, University of Regensburg  
Peter Loos, University of Saarland  
Gustaf Neumann, Vienna University of Economics and Business  
Markus Nüttgens, University of Hamburg  
Detlef Schoder, University of Cologne  
Jan vom Brocke, University of Liechtenstein  
Robert Winter, University of St. Gallen  
Volker Wulf, University of Siegen and Fraunhofer FIT

## Delegate of the General Chairs

Tom Philip, University of Zurich

## Track Chair Assistance

Silke Balzert, German Research Center for Artificial Intelligence  
Thorsten Dollmann, German Research Center for Artificial Intelligence  
Kai Fischbach, University of Cologne  
Katja Hildebrandt, TU Vienna  
Florian Johannsen, University of Regensburg  
Paul Meyer, University of Berne  
Benjamin Rensmann, University of Munster  
Christoph Riedl, TU Munich  
Kerstin Schaefer, Humboldt University Berlin  
Bernd Schenk, University of Liechtenstein  
Roman Tilly, University of Cologne

## Local Arrangements

Annouk Bühler, University of Zurich  
Evelyne Berger, University of Zurich

## Associate Editors

Alessandro Acquisti, Carnegie Mellon University  
Heimo Adelsberger, University of Duisburg-Essen  
Rainer Alt, University of Leipzig  
Michael Amberg, University of Erlangen-Nürnberg  
Elske Ammenwerth, UMIT  
Hans-Jürgen Appelrath, University of Oldenburg  
Hans-Knud Arndt, University of Magdeburg  
Andrea Back, University of St. Gallen  
Ulrike Baumöl, University of Hagen  
Roman Beck, Goethe University Frankfurt  
Jörg Becker, University of Münster  
Ralph Bergmann, University of Trier  
Martin Bichler, TU Munich  
Paola Bielli, University of Bocconi  
Claudia Müller-Birn, Carnegie Mellon University  
Freimut Bodendorf, University of Erlangen-Nürnberg  
Tilo Böhmann, ISS Hamburg  
Michael Breitner, University of Hannover  
Walter Brenner, University of St. Gallen  
Ruth Breu, University of Innsbruck  
Martin Breunig, University of Osnabrück  
Peter Buxmann, University of Darmstadt  
Hans Ulrich Buhl, University of Augsburg  
Peter Chamoni, University of Duisburg-Essen  
Wilhelm Dangelmaier, University of Paderborn  
Stefan Eicker, University of Duisburg-Essen  
Gregor Engels, University of Paderborn  
Werner Esswein, TU Dresden  
Torsten Eymann, University of Bayreuth  
Carsten Felden, TU Freiberg  
Peter Fettke, University of Saarland  
Andreas Fink, Helmut Schmidt University and  
Bundeswehr University Hamburg  
Kerstin Fink, University of Innsbruck  
Elgar Fleisch, ETH Zurich and University of St.  
Gallen  
Christiane Floyd, University of Hamburg  
Ulrich Frank, University of Duisburg-Essen  
Mike Gallivan, Georgia State University  
Peter Gluchowski, TU Chemnitz  
Jorge Marx Gómez, University of Oldenburg  
Manfred Grauer, University of Siegen  
Norbert Gronau, University of Potsdam  
Axel Hahn, University of Oldenburg  
Felix Hampe, University of Koblenz  
Bernd Heinrich, University of Innsbruck  
Georg Herzwurm, University of Stuttgart  
Thomas Hess, University of Munich  
Oliver Hinz, Goethe University Frankfurt  
Roland Holten, Goethe University Frankfurt  
Christian Huemer, TU Vienna  
Thomas Hummel, Accenture  
Hans-Arno Jacobsen, University of Toronto

Norman Johnson, University of Houston  
Reinhard Jung, University of St. Gallen  
Dimitris Karagiannis, University of Vienna  
Hans-Georg Kemper, University of Stuttgart  
Stefan Kirn, University of Hohenheim  
Gerhard Knolmayer, University of Bern  
Michael Koch, Bundeswehr University Munich  
Stefan Koch, Bogazici University  
Birgitta König-Ries, University of Jena  
Lutz Kolbe, Georg-August University Göttingen  
Jochen Küster, IBM Zurich Research Laboratory  
Dennis Kundisch, University of Paderborn  
Karl Kurbel, European University Viadrina Frankfurt  
(Oder)  
Ulrike Lechner, Bundeswehr University Munich  
Christine Legner, European Business School  
Franz Lehner, University of Passau  
Jan Marco Leimeister, University of Kassel  
Frank Leymann, University of Stuttgart  
Yan Li, ESSEC Business School  
Claudia Loebbecke, University of Köln  
Wolfgang Maass, Furtwangen University  
Alexander Maedche, University of Mannheim  
Dirk Mattfeld, TU Braunschweig  
Florian Matthes, TU Munich  
Marco C. Meier, University of Augsburg  
Jan Mendling, Humboldt University Berlin  
Mirjam Minor, University of Trier  
Lars Mönch, University of Hagen  
Kathrin Möslin, University of Erlangen-Nürnberg  
Günter Müller, University of Freiburg  
Ulrich Müller-Funk, University of Münster  
Thomas Myrach, University of Bern  
Björn Niehaves, University of Münster  
Volker Nissen, TU Ilmenau  
Jasminko Novak, University of Applied Sciences  
Stralsund  
Markus Nüttgens, University of Hamburg  
Stefan Nusser, IBM Research Almaden  
Andreas Oberweis, University of Karlsruhe  
Erich Ortner, TU Darmstadt  
Günther Pernul, University of Regensburg  
Niels Pinkwart, TU Clausthal  
Volkmar Pipek, University of Siegen  
Klaus Pohl, University of Duisburg-Essen  
Nancy Pouloudi, Athens University of Economics  
and Business  
Key Pousttchi, University of Augsburg  
Kai Rannenber, Goethe University Frankfurt  
René Riedl, University of Linz  
Kai Riemer, University of Sydney  
Susanne Robra-Bissatz, TU Braunschweig  
Markus Rohde, University of Siegen

Franz Rohloff, University of Mainz  
 Michael Rosemann, Queensland University of  
 Technology  
 Kjeld Schmidt, Copenhagen Business School  
 Mareike Schoop, University of Hohenheim  
 Michael Schrefl, JKU Linz  
 Guido Schryen, RWTH Aachen  
 Petra Schubert, University of Koblenz-Landau  
 Matthias Schumann, Georg-August University  
 Göttingen  
 Christa Schwanninger, Siemens  
 Andrew Schwarz, Louisiana State University  
 Stefan Smolnik, European Business School  
 Gunnar Stevens, University of Siegen  
 Susanne Strahringer, TU Dresden  
 Stefan Strohmeier, University of Saarland  
 Leena Suhl, University of Paderborn  
 Martin Spann, Ludwig Maximilians University  
 München  
 Myra Spiliopoulou, Otto von Guericke University  
 Magdeburg  
 Steffen Staab, University of Koblenz-Landau  
 Dirk Stelzer, TU Ilmenau  
 Eberhard Stickel, University of Applied Sciences  
 Bonn  
 Jens Strüker, University of Freiburg  
 York Sure, Leibniz Institute for the Social Sciences

Alfred Taudes, Vienna University of Economics and  
 Business  
 Alexander Teubner, University of Munster  
 Stephanie Teufel, University of Freiburg  
 Frank Teuteberg, University of Osnabrück  
 Bernhard Thalheim, Christian Albrechts University  
 Kiel  
 Jason Thatcher, Clemson University  
 Frederic Thiesse, University of St. Gallen  
 Oliver Thomas, University of Osnabrück  
 A Min Tjoa, TU Vienna  
 Klaus Tochtermann, TU Graz  
 Klaus Turowski, University of Augsburg  
 Axel Uhl, SAP  
 Axel Uhl, University of Applied Sciences  
 Northwestern Switzerland  
 Stefan Voss, University of Hamburg  
 Ina Wagner, TU Vienna  
 Christof Weinhardt, TU Karlsruhe  
 Tim Weitzel, University of Bamberg  
 Isabell Welp, TU Munich  
 Oliver Wendt, TU Kaiserslautern  
 Hannes Werthner, TU Vienna  
 Rüdiger Zarnekow, TU Berlin  
 Uwe Zdun, TU Vienna  
 Peter Zencke, SAP

## Reviewers

Rainer Alt, University of Leipzig  
Joerg Ackermann, SAP  
Christoph Adolphs, University of Koblenz  
Andreas Albers, Goethe University Frankfurt  
Michael Altenhofen, SAP  
Jörn Altmann, Seoul National University  
Nadine Amende, University of Passau  
Chad Anderson, Georgia State University  
Henning Baars, University of Stuttgart  
Hillol Bala, Indiana University  
Bastian Bansemir, Friedrich Alexander University  
Erlangen-Nürnberg  
Thomas Barth, University of Siegen  
Stefano Basaglia, Bocconi University  
Christian Bauer, nVista technologies  
Oliver Baumann, LMU Munich  
Ulrike Baumöl, University of Hagen  
Roman Beck, Goethe University Frankfurt  
Jörg Becker, University of Munster  
Alexander Benlian, LMU Munich  
Michael Berger, DocuWare  
Marina Berkovich, TU Munich  
Martin Bertramj, Commerzbank  
Markus Böhm, TU Munich  
Martin Böhringer, TU Chemnitz  
Markus Bick, ESCP Europe  
Christian Bischof, RWTH Aachen  
Philipp Bitzer, University of Kassel  
Stephan Bloehdorn, Karlsruhe Institute of  
Technology  
Alexander Boden, University of Siegen  
Tilo Boehmann, ISS Hamburg  
Franczyk Bogdan, University of Leipzig  
Bernhard Böhm, TU Vienna  
Susanne Boll, University of Oldenburg  
Jens Borchers, Schufa Holding  
Michael Breitner, Leibniz University Hannover  
Carsten Brockmann, University of Potsdam  
Steffen Budweg, Fraunhofer FIT  
Hans Ulrich Buhl, University of Augsburg  
Angelika Bullinger, Friedrich Alexander University  
Erlangen-Nürnberg  
Lars Burmester, Cundus  
Cinzia Cappiello, Politecnico di Milano  
Michelle Carter, Clemson University  
Frank Chan, Hong Kong University of Science and  
Technology Hong Kong  
Yi-da Chen, University of Arizona  
Jyoti Choudrie, University of Hertfordshire  
Kevin Craig, Clemson University  
Mandy Dang, University of Arizona  
Bruce Dehning, Chapman University  
Gernot Dern, SEB Bank

Barbara Dinter, University of St. Gallen  
Daniel Dünnebacke, RWTH Aachen  
Sebastian Dünnebeil, TU Munich  
Andreas Drechsler, University of Duisburg-Essen  
Thomas Dreier, Karlsruhe Institute of Technology  
Alexander Dreiling, SAP  
Roland Dösing, Ruhr University Bochum  
Michael Durst, itonics  
Rajeev Dwivedi, Howe School of Technology  
Management  
Stefan Eckstein, Cologne University of Applied  
Sciences  
Philip Effinger, University of Tuebingen  
Ulrich Egle, Lucerne University of Applied Sciences  
and Arts  
Roman Englert, Deutsche Telekom  
Martin Engstler, HDM Stuttgart  
Waltraud Ernst, University of Linz  
Werner Esswein, TU Dresden  
Adir Even, Ben-Gurion University  
Torsten Eymann, University of Bayreuth  
Jens Fähling, TU Munich  
Thomas Fehlmann, Euro Project Office  
Carsten Felden, TU Freiberg  
Stefan Figge, Deutsche Telekom  
Kathrin Figl, Vienna University of Economics and  
Business  
Agata Filipowska, Poznan University of Economics  
Hans-Georg Fill, University of Vienna  
Ralf Finger, Information Works  
Kai Fischbach, University of Cologne  
Daniel Fischer, TU Ilmenau  
Sabine Fliess, University of Hagen  
Ulrich Frank, University of Duisburg-Essen  
Bernd Freisleben, Philipps University Marburg  
Michael Freundlieb, University of Osnabrueck  
Karsten Frey, University of Bern  
Norbert Frick, University of Koblenz  
Gilbert Fridgen, University of Augsburg  
Burkhardt Funk, University of Lueneburg  
Andreas Gadatsch, Bonn-Rhine-Sieg University of  
Applied Sciences  
Martin Gaedke, TU Chemnitz  
Uri Gal, University of Sydney  
Sandro Georgi, University of St. Gallen  
Gerhard Satzger, Karlsruhe Institute of Technology  
Daniel Gille, University of Freiburg  
Peter Gluchowski, TU Chemnitz  
Lakshmi Goel, University of North Florida  
Thomas Goldschmidt, ABB  
Peter Gomber, Goethe University Frankfurt  
Suparna Goswami, TU Munich  
Joern Grahl, University of Mainz

Henner Graubitz, Otto von Guericke University  
 Magdeburg  
 Robert Gregory, Goethe University Frankfurt  
 Bernhard Groene, SAP  
 Norbert Gronau, University of Potsdam  
 Tom Gross, Bauhaus University Weimar  
 Jens Grossklags, Princeton University  
 Volker Gruhn, University of Duisburg-Essen  
 Marcel Grüter, University of Berne  
 Maik Guenther, Stadtwerke Munich  
 Daniel Gull, University of Augsburg  
 Dorina Gumm, Effective Webwork  
 Kai Gutenschwager, University of Applied Sciences  
 Ulm  
 Joerg Haake, University of Hagen  
 Hagen Habicht, Leipzig Graduate School of  
 Management  
 Werner Hackl, UMIT  
 Bjoern Haeckel, University of Augsburg  
 Axel Hahn, University of Oldenburg  
 Michael Hahsler, Southern Methodist University  
 Jörg Haller, Friedrich Alexander University  
 Erlangen-Nürnberg  
 Ulrich Hasenkamp, Philipps University of Marburg  
 Wilhelm Hasselbring, University of Kiel  
 Helmut Hauptmeier, University of Siegen  
 Iris Hausladen, Leipzig Graduate School of  
 Management  
 Markus Heckner, Accenture  
 Julia Heidemann, University of Augsburg  
 Bernd Heinrich, University of Innsbruck  
 Lutz Heinrich, Johannes Kepler University Linz  
 Priscilla Heinze, University of Potsdam  
 Markus Heller, SAP Research  
 Erik Hemmer, University of Mannheim  
 Matthias Henneberger, Siemens  
 Alexander Herzfeldt, TU Munich  
 Otthein Herzog, Jacobs University Bremen and  
 University of Bremen  
 Jan Hess, University of Siegen  
 Thomas Hess, LMU Munich  
 Lorenz Hilty, University of Zurich  
 Knut Hinkelmann, University of Applied Sciences  
 Northwestern Switzerland  
 Oliver Hinz, Goethe University Frankfurt  
 Eike Hirdes, University of Kassel  
 Martin Hochmeister, TU Vienna  
 Axel Hoffmann, University of Kassel  
 Holger Hoffmann, University of Kassel  
 Birgit Hofreiter, University of Liechtenstein  
 Jens Hogleve, University of Paderborn  
 Roland Holten, Goethe University Frankfurt  
 Alexander Hörbst, UMIT  
 Bettina Hoser, Karlsruhe Institute of Technology  
 Andreas Hotho, University of Wuerzburg  
 Volker Hoyer, University of St. Gallen  
 Hagen Höpfner, University of Weimar  
 Michael Huber, TU Munich  
 Thomas Huber, University of Berne  
 Christian Huemer, TU Vienna  
 Ulrike Hugl, University of Innsbruck  
 Thomas Hummel, Accenture  
 Dean Jacobs, SAP  
 Christian Janiesch, SAP Research  
 Marc Jansen, IT.NRW  
 Nils Joachim, University of Bamberg  
 Florian Johannsen, University of Regensburg  
 Isabel John, Aristotle University Thessaloniki  
 Reinhard Jung, University of St. Gallen  
 Fischbach Kai, University of Cologne  
 Marcus Kaiser, Senacor Technologies  
 Axel Kalenborn, University of Trier  
 Dimitris Karagiannis, University of Vienna  
 Dimitris Karaikos, Athens University of Economics  
 and Business  
 Alexandra Kees, Bonn-Rhine-Sieg University of  
 Applied Sciences  
 Matthias Kehlenbeck, Leibniz University Hannover  
 Thorben Keller, IBM  
 Gudrun Kellner, TU Vienna  
 Hans Kemper, University of Stuttgart  
 Dogan Kesdogan, University of Siegen and  
 Norwegian University of Science and Technology  
 Frank Kühne, Viadee  
 Marc Klages, Leibniz University Hannover  
 Ralf Klamma, RWTH Aachen  
 Christian Klein, University of Munster  
 Mathias Klier, University of Innsbruck  
 Ralf Klischewski, German University of Cairo  
 Birgitta König-Ries, Friedrich Schiller University  
 Jena  
 Gerhard Knolmayer, University of Berne  
 Achim Koberstein, University of Paderborn  
 Maximilian Kobler, University of Applied Sciences  
 Burgenland  
 Wolfgang Koenig, University of Frankfurt  
 Sabine Koeszegi, TU Vienna  
 Lutz Kolbe, Georg-August University Goettingen  
 Oliver Kopp, University of Stuttgart  
 Emanuel Kopp, Austrian National Bank  
 Roland Koppe, OFFIS Oldenburg  
 Veit Köppen, Otto von Guericke University  
 Magdeburg  
 Axel Korthaus, Queensland University of  
 Technology  
 Thomas Koslowski, University of Freiburg  
 Panagiotis Kourouthanassis, Athens University of  
 Economics and Business  
 Tim Kraemer, Goethe University Frankfurt  
 Nane Kratzke, University of Applied Sciences  
 Lübeck  
 Zuzana Kristekova, TU Munich

Ioannis Krontiris, Goethe University Frankfurt  
 Lars Krüger, Otto von Guericke University  
 Magdeburg  
 Uwe Kubach, SAP Research  
 Herbert Kuchen, University of Munster  
 Maurice Kuegler, EBS Business School  
 Josef Küng, University of Linz  
 Dennis Kundisch, University of Paderborn  
 Renata Kunstov, University of Economics Prague  
 Fabian Lang, Helmut Schmidt University Hamburg  
 Matthias Lange, McKinsey  
 Tobias Langkau, Georg-August University  
 Goettingen  
 Sven Laumer, University of Bamberg  
 Nguyen-Thanh Le, TU Clausthal  
 Ulrike Lechner, Bundeswehr University Munich  
 Jong Seok Lee, Georgia State University  
 Christine Legner, EBS Business School  
 Franz Lehner, University of Passau  
 Jan Leimeister, University of Kassel  
 Uwe Leimstoll, University of Applied Sciences  
 Northwestern Switzerland  
 Stefan Lessmann, University of Hamburg  
 Joerg Leukel, University of Hohenheim  
 Katrina Leyking, IDS Scheer  
 Philipp Liegl, TU Vienna  
 Markus Lilienthal, Goethe University Frankfurt  
 Aleck Lin, Australian National University  
 Claudia Loebbecke, University of Cologne  
 Jan Löhe, EBS Business School  
 Frank Loll, TU Clausthal  
 André Ludwig, University of Leipzig  
 Stephan Lukosch, Delft University of Technology  
 Wolfgang Maass, Furtwangen University  
 Ronald Maier, University of Innsbruck  
 Bernd Markscheffel, TU Ilmenau  
 Oliver Marscholke, Goethe University Frankfurt  
 Dirk Mattfeld, TU Braunschweig  
 Florian Matthes, TU Munich  
 Mauricio Matthesius, Sones  
 Andreas Mattig, University of St. Gallen  
 Athanasios Mazarakis, FZI Karlsruhe  
 Jochen Meis, Fraunhofer ISST  
 Martin Meissner, University of Bielefeld  
 Werner Mellis, University of Cologne  
 Jan Mendling, Humboldt University Berlin  
 Severino Meregalli, SDA Bocconi  
 Dieter Merkl, TU Vienna  
 Christian Messerschmidt, Goethe University  
 Frankfurt  
 Manfred Meyer, University of Applied Sciences  
 Gelsenkirchen  
 Florian Michahelles, ETH Zurich  
 Anton Michlmayr, Mercatis  
 André Miede, TU Darmstadt  
 Martin Mikusz, University of Stuttgart

Claudia Müller-Birn, Carnegie Mellon University  
 Günther Müller-Luschnat, Pharmatechnik  
 Martin Mocker, Reutlingen University  
 Felix Moedritscher, Vienna University of Economics  
 and Business  
 Lars Moench, University of Hagen  
 Dominik Molitor, LMU Munich  
 Daniel Möller, EBS Business School  
 Jörg Moormann, Frankfurt School of Finance and  
 Management  
 Kathrin Möselein, Friedrich Alexander University  
 Erlangen-Nürnberg  
 Jürgen Mueller, Hasso Plattner Institute at the  
 University of Potsdam  
 Benjamin Müller, EBS Business School  
 Jörg Müller, TU Clausthal  
 Jan Muntermann, Goethe University Frankfurt  
 Bela Mutschler, University of Applied Sciences  
 Ravensburg-Weingarten  
 Bernhard Nett, University of Siegen  
 Dirk Neuhaus, HSF  
 Markus Neumann, Leibniz University Hannover  
 Daniela Nicklas, University of Oldenburg  
 Björn Niehaves, University of Munster  
 Markus Nüttgens, University of Hamburg  
 Andreas Oberweis, Karlsruhe Institute of Technology  
 Sebastian Olbrich, Cundus  
 Hannes Olivier, TU Clausthal  
 Jan Ondrus, ESSEC Business School  
 Frank Ortmeier, University of Magdeburg  
 Erich Ortner, TU Darmstadt  
 Philipp Osl, University of St. Gallen  
 Boris Otto, University of St. Gallen  
 Sven Overhage, University of Augsburg  
 Barbara Paech, University of Heidelberg  
 Immanuel Pahlke, Goethe University Frankfurt  
 Wolfgang Palka, TU Munich  
 Dominik Papies, University of Hamburg  
 Jan Paralic, Technical University of Kosice  
 Susanne Patig, University of Berne  
 Jan Pawlowski, University of Jyväskylä  
 Gertraud Peinel, Fraunhofer FIT  
 Helmut Petritsch, SAP  
 Ilia Petrov, TU Darmstadt  
 Mathias Petsch, TU Ilmenau  
 Jella Pfeiffer, University of Mainz  
 Reinhard Pfliegl, GF Austria Tech  
 Maciej Piechocki, TU Freiberg  
 Volkmar Pipek, University of Siegen  
 Joachim Plumbaum, SAP  
 Margit Pohl, TU Vienna  
 Jens Pöppelbuß, University of Munster  
 Annika Pötter, University of Munster  
 Sören Preibusch, University of Cambridge  
 Torsten Priebe, Teradata  
 Andreas Prinz, University of Kassel

Wiedemann Proventa, Proventa  
 Thomas Puschmann, Direct Management Institute  
 St.Gallen  
 Corina Radulescu, University of Sydney  
 Philip Raeth, EBS Business School  
 Leonardo Ramirez, Fraunhofer FIT  
 Kai Rannenberg, Goethe University Frankfurt  
 Andreas Rathgeber, University of Augsburg  
 Karl-Heinz Rau, Pforzheim University  
 Jan Recker, Queensland University Brisbane  
 Tim Reichling, University of Siegen  
 Ulrich Reimer, University of Applied Sciences St.  
 Gallen  
 Andreas Reiser, University of Hohenheim  
 Christopher Rentrop, HTWG Konstanz  
 Jonas Repschlaeger, TU Berlin  
 Werner Retschitzegger, Johannes Kepler University  
 Linz  
 Elmar Reucher, University of Hagen  
 Sebastian Richter, Bundeswehr University Munich  
 Alexander Richter, Bundeswehr University Munich  
 Matthias Riebis, TU Ilmenau  
 Christoph Riedl, TU Munich  
 Rene Riedl, University of Linz  
 Kai Riemer, University of Sydney  
 Ryan Riordan, Karlsruhe Institute of Technology  
 Thomas Ritz, University of Applied Sciences Aachen  
 Susanne Robra-Bissantz, TU Braunschweig  
 Maximilian Röglinger, University of Augsburg  
 Friedrich Roithmayr, Johannes Kepler University  
 Linz  
 Florian Rosenberg, CSIRO ICT Centre  
 Christoph Rosenkranz, Goethe University Frankfurt  
 Heiko Rossnagel, Fraunhofer IAO  
 Michael Röthlin, University of Applied Sciences  
 Berne  
 David Rückel, Johannes Kepler University Linz  
 Roland Ruhwandl, Accenture  
 Maurice Ruii, Daimler  
 Stefan Sackmann, University of Halle-Wittenberg  
 Thorben Sandner, Leibniz University Hannover  
 Gerhard Satzger, Karlsruhe Institute of Technology  
 Juergen Sauer, University of Oldenburg  
 Jörg Schäfer, University of Applied Sciences  
 Frankfurt  
 André Schäfferling, German Graduate School of  
 Management and Law  
 Matthieu Schapranow, Hasso Plattner Institute at the  
 University of Potsdam  
 Roland Schegg, University of Applied Science  
 Western Switzerland  
 Sven Scheibmayr, University of Mannheim  
 Stefan Schellhammer, University of Munster  
 Joachim Schelp, RTC  
 Michael Schermann, TU Munich  
 Christian Schieder, TU Chemnitz

Christian Schlaeger, Ernst&Young  
 Thomas Schlegel, University of Stuttgart  
 Johann Schlichter, TU Munich  
 Christian Schloegel, Wincor Nixdorf  
 Frank Schlosser, University of Bamberg  
 Daniel Schmalen, University of Trier  
 Klaus Schmid, University of Hildesheim  
 Alexander Schmidt, University of St. Gallen  
 Roman Schmidt, Swiss Post Solutions  
 Florian Schnabel, University of St. Gallen  
 Michael Schneider, TU Kaiserslautern  
 Carsten Schoepp, University of Koblenz  
 Michael Scholz, University of Passau  
 Eric Schoop, TU Dresden  
 Hagen Schorcht, TU Ilmenau  
 Michael Schrefl, Johannes Kepler University Linz  
 Petra Schubert, Copenhagen Business School  
 Sarah Schuelke, University of Hagen  
 Christian Schulze, Goethe University Frankfurt  
 Matthias Schumann, Georg-August University  
 Goettingen  
 Wieland Schwinger, Johannes Kepler University  
 Linz  
 Martin Sedlmayr, Friedrich Alexander University  
 Erlangen-Nürnberg  
 Stefan Seidel, University of Liechtenstein  
 Stefan Seifert, University of Karlsruhe  
 Juergen Seitz, DHBW Heidenheim  
 Bernd Simon, University of Economics and Business  
 Vienna  
 Carlo Simon, Provaids School of International  
 Management and Technology  
 Bernd Simon, Vienna University of Economics and  
 Business  
 Alexander Simons, University of Liechtenstein  
 Matthias Söllner, University of Kassel  
 Stefan Smolnik, EBS Business School  
 Harry Sneed, AneCon  
 Stefan Sobernig, Vienna University of Economics  
 and Business  
 Thorsten Spies, University of Duisburg-Essen  
 Thorsten Spitta, University of Bielefeld  
 Timm Sprenger, TU Munich  
 Shirish Srivastava, HEC Paris  
 Michael Stal, Siemens  
 Ioannis Stamelos, Aristotle University of  
 Thessaloniki  
 Dirk Staskiewicz, University of Hohenheim  
 Douglas Steel, University of Houston  
 Stefan Stein, University of Koblenz  
 Hans-Peter Steinbacher, University of Applied  
 Science Kustein  
 Gunnar Stevens, University of Siegen  
 Stefan Stieglitz, University of Munster  
 Steffen Stock, OPITZ CONSULTING Gummersbach  
 Stefan Stoeckl, University of Augsburg

Margareth Stoll, University of Innsbruck  
 Susanne Strahringer, TU Dresden  
 Steffen Strassburger, TU Ilmenau  
 Christine Strauss, University of Vienna  
 Stefan Strecker, University of Duisburg-Essen  
 Mark Strembeck, Vienna University of Economics  
 and Business  
 Jens Strüker, University of Freiburg  
 Christian Suchan, University of Bamberg  
 Eldar Sultanow, Producto  
 Alfred Taudes, Vienna University of Economics and  
 Business  
 Gerrit Tamm, SRH University of Applied Sciences  
 Stefan Tams, Clemson University  
 Barney Tan, University of Sydney  
 Wolfgang Theilmann, SAP  
 Frederic Thiesse, University of St. Gallen  
 Christof Thim, University of Potsdam  
 Oliver Thomas, University of Osnabrueck  
 A Min Tjoa, TU Vienna  
 Kowatsch Tobias, University of St. Gallen  
 Huy Tran, TU Vienna  
 Horst Treiblmaier, Vienna University of Economics  
 and Business  
 Matthias Trier, University of Amsterdam  
 Sascha Uelpenich, Evosoft  
 Axel Uhl, University of Applied Sciences  
 Northwestern Switzerland  
 Rainer Unland, University of Duisburg-Essen  
 Nils Urbach, EBS Business School  
 Frank van der Linden, Philips  
 Uwe van Heesch, University of Groningen  
 Daniel Veit, University of Mannheim  
 Rudolf Vetschera, University of Vienna  
 Johannes Vetter, LMU Munich  
 Bernhard Volz, University of Bayreuth  
 Jan vom Brocke, University of Liechtenstein  
 Hans-Jörg von Mettenheim, Leibniz University  
 Hannover  
 Alexander von Stetten, University of Bamberg  
 Stefan Voss, University of Hamburg  
 Jens Vykoukal, Goethe University Frankfurt  
 Johannes Watzl, LMU Munich  
 Ingo Weber, University of New South Wales  
 Barbara Weber, University of Innsbruck

Edzard Weber, Universität Potsdam  
 Christian Weber, Goethe University Frankfurt  
 Rene Wegener, University of Kassel  
 Alexander Wehrmann, Senacor Technologies  
 Matthias Weidlich, HPI Potsdam  
 Christof Weinhardt, Karlsruhe Institute of  
 Technology  
 Edgar Weippl, TU Vienna  
 Christof Weinhardt, TU Karlsruhe  
 Anette Weisbecker, Fraunhofer IAO  
 Michael Weiss, Carleton University  
 Ruediger Weissbach, Hamburg University of Applied  
 Sciences  
 Oliver Wendt, TU Kaiserslautern  
 Birgit Wenke, Bundeswehr University Munich  
 Stefan Wesner, University of Stuttgart  
 Felix Wex, University of Freiburg  
 Thomas Wieland, HS Coburg  
 Martin Wiener, Friedrich Alexander University  
 Erlangen-Nürnberg  
 Stephan Wildner, University of Passau  
 Andreas Will TU Ilmenau  
 Manuel Wimmer TU Vienna  
 Axel Winkelmann, University of Munster  
 Sven Wohlgemuth, National Institute of Informatics  
 Robert Woitsch, BOC  
 Ryan Wright, University of San Francisco  
 Jochen Wulf, TU Berlin  
 Michael Wurst, IBM  
 Xue Yang, Nanjing University  
 Fahri Yetim, University of Siegen  
 Panagiotis Zaharias, Athens University of Economics  
 and Business  
 Marco Zapletan, TU Vienna  
 Novica Zarvic, University of Osnabrück  
 Uwe Zdun, TU Vienna  
 Alexander Zeier, University of Potsdam  
 Jan Zibuschka, Fraunhofer IAO  
 Frank Zickert, Goethe University Frankfurt  
 Jürgen Ziegler, University of Duisburg-Essen  
 Holger Ziekow, Humboldt University Berlin  
 Hans-Dieter Zimmermann, University of Applied  
 Sciences St. Gallen  
 Steffen Zimmermann, University of Innsbruck  
 Andreas Zolnowski, ISS Hamburg





## Acknowledgments

The 10<sup>th</sup> International Conference on Wirtschaftsinformatik would have been impossible without the generous support of the following sponsors:

### Gold sponsors:



### Bronze sponsors:



Schweizer Informatik Gesellschaft  
Société Suisse d'Informatique  
Società Svizzera per l'Informatica  
Swiss Informatics Society





# Track 1: IS in den Dienstleistungen

## Editorial

Dienstleistungen werden von vielen, vor allem auch sehr heterogenen Unternehmen angeboten. Als gemeinsames, konstituierendes Merkmal dieser Unternehmen wird die Integration des Kunden in den Produktionsprozess gesehen. Informationssysteme in Dienstleistungen haben deshalb nicht allein zum Ziel, die Effektivität und Effizienz der verschiedenen Produktionsprozesse zu steigern. Im Vordergrund steht vielmehr, auf Anforderungen des Kunden flexibel reagieren und seine Wünsche umfassend und effektiv bedienen zu können. Beispiele hierfür sind CRM-Systeme bei Finanzdienstleistern, Mash-Ups und Web 2.0 Technologien zur Differenzierung touristischer Dienstleistungen, integrierte Campus Management Systeme für Hochschulen und agile Softwareentwicklung. Die zunehmende Verbreitung von Informationssystemen führt allerdings auch zu steigenden Kundenanforderungen, da sich die Kunden umfassender informieren und einfacher Angebote vergleichen können. Dies fördert die Innovation und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, die wiederum erst wirksam durch geeignete Informationssysteme umgesetzt werden. IT und Dienstleistungen sind somit eng verzahnt - nicht zuletzt auch dadurch, dass auch Softwarenutzung selbst als Dienstleistung angeboten wird.

Die Vielfältigkeit und Bedeutung des Themengebietes spiegelt sich in den insgesamt 87 Beiträgen wieder, die sich mit den unterschiedlichsten Herausforderungen an der Schnittstelle IT und Dienstleistungen beschäftigen und in diesem Track eingereicht wurden. Die meisten Einreichungen behandeln Themen aus dem Bereich der Finanzdienstleistungen (13), wobei Auswirkungen oder Konsequenzen der Finanzkrise jedoch nicht im Vordergrund standen. Vielmehr standen u.a. die Ausrichtung auf Kundenanforderungen, die Entwicklung einer Servicearchitektur und insbesondere empirische Analysen zum elektronischen Handel von Wertpapieren im Interessenschwerpunkt. Offensichtlich wird das Thema Finanzkrise (noch) nicht sehr intensiv vor dem Hintergrund eines Beitrags der Wirtschaftsinformatik zum Beispiel zur Unterstützung von Transparenz und Evidenz untersucht. Weiterhin von großem Interesse waren Themen rund um den Bereich E-Learning (10 Einreichungen). Dabei wurden insbesondere Fragestellungen aufgegriffen, wie Technologieinnovationen (z. B. Web 2.0) sinnvoll in Lernumgebungen eingesetzt werden können. Informationssysteme in Hochschulen, die in früheren WI-Konferenzen von vielen Beiträgen adressiert wurden, sind in diesem Jahr mit nur vier Einreichungen vergleichsweise wenig bedacht worden. Auch wenn die Herausforderungen der heterogenen Systemlandschaften der Hochschulen noch bei weitem nicht gelöst sind, scheinen doch zumindest aus wissenschaftlicher Sicht die wichtigsten Probleme durchdrungen zu sein. Der bereits erwähnten Besonderheit der Dienstleistungen, nämlich die Integration des Kunden, tragen vor allem die Einreichungen zum Thema Customer Relationship Management (CRM) Rechnung (8). Hier werden sehr unterschiedliche Themenstellungen wie das Beschwerdemanagement, die Integration des Kunden im Geschäftsprozess der Versicherung oder die Nutzung mobiler Dienste zur Kundenansprache fokussiert. Aus den Themengebieten Business Analytics und Management Support Systems wurden neun Beiträge eingereicht. Obwohl auch hier ebenfalls als Auswirkung der

Finanzkrise ein verbessertes Kosten- und Risikomanagement für die Dienstleister die Wirtschaftsinformatik vor neue Herausforderungen stellen könnte, findet sich unter den Einreichungen kein Beitrag, der Fragestellungen dazu aufgreift. Stattdessen werden u.a. Situativität und Agilität von Business Intelligence Ansätzen oder die Anwendung dieser Ansätze in bestimmten Domänen untersucht.

Themenstellungen aus einzelnen Dienstleistungsdomänen wie z. B. der Energieversorgung, Medienwirtschaft, Softwareindustrie, Tourismus und Freizeitindustrie, Umweltwirtschaft oder Unternehmensberatung wurden nur von vereinzelten Beiträgen behandelt. Ebenso wurden zu den eher funktionspezifischen Themen der Wirtschaftsinformatik wie z. B. IT- und Software-Services, Software as a Service sowie Produkt- und Konfigurationsmanagement (z. B. Hybride Wertschöpfung) nur wenige Beiträge eingereicht.

Insgesamt wurden 21 Beiträge angenommen. Für viele dieser Beiträge spielen Prozesse eine zentrale Rolle. Dabei werden sowohl Erweiterungen bestehender Modellierungssprachen thematisiert, die branchenspezifische Besonderheiten abdecken sollen (Ressourcenmodellierung im Pflegedienst, Charakteristika von Gesundheitsbehörden), als auch Konzepte zur automatisierten Modellierung der Prozesse mit anschließender Ausführung auf Basis von Web-Services. Ein weiterer Beitrag zeigt, wie sich auf Basis einer semantischen Sprache (SBPML) systematisch Schwachstellen in Geschäftsprozessen aufdecken lassen. Das Prozessmanagement aus einer ökonomischen Perspektive betrachten Beiträge, um diverse Entscheidungsmodelle entwickeln zu können (Finden eines optimalen Verbesserungsgrades eines Prozesses, Integration des Kunden in den Geschäftsprozess, Höhe des Kulanzbetrags im Beschwerdemanagement).

Daneben finden sich Beiträge, die ihren Schwerpunkt auf den Einsatz von Technologien legen. Sie widmen sich dem Thema elektronischer Handel von Wertpapieren und untersuchen zeitliche Verzögerungen (latency effects) beim Trading, die Implikationen der „Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente (MiFID)“ oder Auswirkungen computer-gesteuerter Handelsaktivitäten. Ebenfalls wird der Einsatz von Technologieinnovationen, in unterschiedlichen Anwendungskontexten (SOA in der Kunden-Bank-Interaktion, SOA bzw. Web 2.0 im Gesundheitswesen, Self-Service-Technologien im E-Commerce) fokussiert.

Beiträge, die den Einsatz von grundlegenden Konzepten untersuchen, behandeln Themen aus unterschiedlichen Bereichen. So wird das „Shilling“, eine verbreitete Manipulationsart bei Online-Auktionen oder die Servicearchitektur einer Bank im Zuge der zunehmenden Industrialisierung untersucht. Aus der Nutzerperspektive werden Algorithmen zur Prognose von Folgekäufen im E-Commerce sowie E-Services im öffentlichen Sektor analysiert.

Jeder eingereichte Beitrag wurde von jeweils drei Reviewern und einem Associate Editor begutachtet. Insgesamt haben 26 Associate Editors und 148 Reviewers mitgewirkt. Allen sei an dieser Stelle sehr für ihr großes Engagement gedankt.

Susanne Leist und Robert Winter



# How Digital Divide affects Public E-Services: The Role of Migration Background

Martin Barth  
University of Mannheim

Dieter Schwarz Chair of Business Administration,  
E-Business and E-Government  
Martin.Barth@bwl.uni-mannheim.de

Daniel J. Veit  
University of Mannheim

Dieter Schwarz Chair of Business Administration,  
E-Business and E-Government  
Veit@bwl.uni-mannheim.de

## ABSTRACT

After the private sector the public sector also tries to benefit from the advantages of electronic service delivery, in particular from lower costs and higher service quality. While more and more services are available electronically, residents' usage rates lag behind. But high usage rates and therefore a maximized potential target group, covering major parts of society, are essential prerequisite for successful public e-services. If the residents are not using the newly created electronic services, neither they benefit from better service quality nor do the public service provider save money. Digital divide research can be leveraged to maximize the potential target group of public e-service. For this purpose a focus on public e-services as level of analysis is required, since Internet access or regular Internet usage are necessary but no sufficient conditions for being able to use public e-services. This study employs qualitative research methods in an exploratory case study design to analyze the influence of migration background on the capability to use public e-services. It provides two testable propositions for further confirmatory research: Due to limited language skills and different cultural experiences, for residents with migration background Internet experience does not directly translate into confidence in their own public e-service skills.

## Categories and Subject Descriptors

J.1 [Administrative Data Processing] – Subjects: Government

## General Terms

Human Factors, Theory.

## Keywords

E-Government, Public E-Services, E-Inclusion, Digital Divide, Migration Background, Ethnicity

## 1. INTRODUCTION

In the public sector, countries and their public authorities are investing significant sums in e-government to enable virtual service delivery by electronic services (e-services). For example, the US federal government is expected to have spent more than 7 billion US dollars on electronic services in 2009 [10, p. 27]. Governments are attracted by the potential of electronic service delivery to improve service quality and reduce costs [27, p. 95, 28, p. 324, 45, p. 1], which is of particular importance in deeply indebted countries. Thus, the number of electronic services is continuously growing also in Europe. For the European Union the statistical office reports that the online availability of 20 selected public services has grown from 41% in 2004 to 62% in 2007 [23].

Unfortunately, in e-government user penetration by residents lags behind. In 2009 only 29% of the European Union's individuals used some e-government service (including pure informational services such as reading a public website), this is only slightly more than in 2005 with 23% [24]. The usage rate of transactional electronic services (i.e. returned online forms) is with 12% in 2009 even considerably lower [25].

At the same time, high usage rates are highly critical to reach any of the two mentioned goals of electronic service delivery in the public sector: If the residents are not using the newly created electronic services, neither they benefit from better service quality nor do the public service provider save money. On the contrary the service providers have to spend money on the implementation of the new service channel and still have to serve a large share of residents using the (typically more expensive) physical channel (i.e. by personal interaction within the office). An e-commerce company from the private sector in this situation could focus on the attractive share of customers using the electronic channel and could ignore further channels and (challenging) customers, but an organization in the public sector can not select its target group. Its services have to be provided to all residents [13, 29].

Having high usage rates for electronic services in the public sector becomes even more important in the future. While nowadays mainly the less complex and cheaper informational services are provided electronically, in future the remaining, more complex transactional services have to be addressed [9,

31]. Thus for those challenging services higher implementation costs are expected and have to be paid for by high usage rates.

Previously focused on analyzing the provision of electronic services in countries and municipalities (i.e. supply-side) [27, p. 93, 39], e-government research has identified this challenge and is now increasingly tackling the demand side [4, 21, 27, p. 93, 39]: Besides high quality research regarding citizen-oriented selection [e.g. 6] and optimal implementation [e.g. 18, 19] of the public services for electronic service delivery, it is highly important to identify and enlarge the potential target group, namely the group of residents capable of using e-government services.

In this context Helbig et al. highlights the enormous potential of combining research on electronic services in the public sector with insights from digital divide research [27]. Research on digital divide analyzes social groups, which can for some reason not use information or communication technology (e.g. do not have Internet access or not the required skills), and the resulting implications for these groups. Since e-government services usages require information technology (i.e. the Internet) usage as an essential prerequisite, digital divide research provides an "upper bound" for electronic services usage rates in the public sector [27, p. 89]. In other words, groups of society unable to use information technology or the Internet cannot use public e-services either. But that does not necessarily mean that the reverse is true as well. If a resident is capable of using information technology and the Internet, this does not necessarily imply that he has all the skills required to use (all) e-government services (see below for a detailed explanation).

Within digital divide research multiple classical, disadvantaged minorities of society are analyzed [27, p. 91]. The most frequently researched attributes are age and gender, which already found their way into the general technology acceptance theories (e.g. into UTAUT) [50]. But the affect of, one of the more challenging attributes, migration background on the ability to use public e-services has barely been analyzed (see section 2). This is remarkable, since according to the German federal statistical office's wide definition roughly 19% of the German residents are having a migration background (see subsection 2.3) [44, p. 48]. Furthermore the group of people with migration background is particularly important for public service providers for two reasons: First, people with migration background over proportionally require some public services, e.g. social welfare benefits [17, p. 102-118]. Second, some public services are only provided for people with migration background, e.g. naturalization.

For these reasons this paper focuses on the following research question:

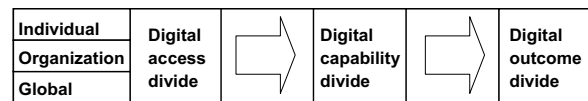
*How does the attribute migration background affect the ability of German residents to use public e-services instead of the traditional face-to-face delivered services?*

The research question is addressed by interviewing residents with as well as without migration background regarding their preference and barriers for virtual service delivery for selected public processes in a multiple case study design.

## 2. RELATED LITERATURE

### 2.1 Digital Divide

The origin of the term digital divide can be traced back to publications of the US Department of Commerce's National Telecommunications and Information Administration (NTIA) in 1998 and 1999. "Before that time more general concepts were used such as information inequality, information gap or knowledge gap and computer or media literacy" [48, p. 221]. Since no clear consensus about the definition of digital divide exists [7, p. 269, 27, p. 90, 49, p. 280-281], in this paper the plain definition of Robinson et al. is applied: "The digital divide implies that significant minorities of the population are effectively denied access to a technology that, like other public facilities like libraries and super highways, is thought to be open to anyone" [41]. The major share of research on digital divide focuses on computer and Internet haves and not-haves, but other electronic equipment such as mobile phones or digital television has been investigated as well [48, p. 222]. The key concern underlying digital divide research and policies is a growing gap between elites and disadvantaged minorities, e.g. in educational level or political participation, due to an unequal allocation of information technology (IT) access and use. These worries are justified based on IT's key role as intermediary for information access in the so called information society [48]. In his framework Wei et al. names this potentially growing gap the "digital outcome divide" [52, p. 3] (see Figure 1).



**Figure 1. Three-level digital divide framework from [52]**

In the research community two main reasons are identified for this outcome: First, the "digital access divide" [52, p. 3] (or "first level digital divide" [42]) excluding people not having access to a computer or the Internet (e.g. because it is too expensive). Second, the "digital capability divide" [52, p. 3] (or "second level digital divide" [42]) excluding people not having the required skills to use computers or Internet correctly. The 'first leg' of digital divide research has been mainly descriptive in nature and published statistical numbers regarding the "digital access divide" [48]. In this research not only divides between individuals, but also the respective gaps between organizations and countries (i.e. global divide) have been analyzed [52, p. 3]. More recent research also addresses the "digital capability divide" [48, p. 221] and partially the "digital outcome divide" [e.g. 52].

**Table 1. Groups of society interesting for digital divide [11]**

Reason for Disadvantage	Attributes
Demographic	Older generation, females
Socio-Economic	Low education, low income, low wealth
Geographic	Rural areas, other disadvantaged regions
Physiological/mental	Handicapped persons

Ethnical/ cultural	People with migration background, race
-----------------------	--

Regarding the minority groups to be investigated, Becker et al. names five overall groups which due to some special characteristics should be analyzed for digital divide purposes (see Table 1) [11]. In essence, the disadvantaged minorities of society, which have been investigated in the digital divide research, are the same known from other inequality research [27, p. 91, 36]. Regarding the "digital access divide" the attributes income, education, age and ethnicity were identified as determinants for individuals in developed countries at the end of the 1990s [48, p. 224-225]. But more recent research showed a closing "digital access divide" at least in western countries [48, p. 225].

## 2.2 Digital divide and public e-services

As mentioned earlier combining research on digital divide and electronic service delivery in the public sector has the potential to create new insights relevant for public service providers and researchers [27]. Digital divide research helps to understand, which groups of society are not capable of using information technology or the Internet and thus can not use e-services in the public sector either. We argue that not every resident able to use information technology and the Internet is necessarily capable of using (transactional) e-services from public institutions. Besides access for most tasks in the Internet "technical competencies" are required, i.e. "skills needed to operate hardware and software, such as typing" [34, p. 38]. Mossberger et al. name "information literacy" as another skill required: "Information literacy is the ability to recognize when information can solve a problem or fill a need and to effectively employ information resources" [34, p. 38]. Consequently, the digital capability divide in the framework of Wei et al. consists of two types of necessary requirements, technical competencies and information literacy.

In addition to the general information literacy for public e-services further skills are necessary, which are related to the domain of public services [11, p. 17-18]. "If a potential user is unable to directly complete an online-form of a public e-service, e.g. due to difficult or ambiguous technical terms, the user does not benefit from the public e-services, since he simply does not conceive the content. Hence, without any further online-assistance, he is denied access to the information society [i.e. to the respective public e-service]" [11, p. 18].

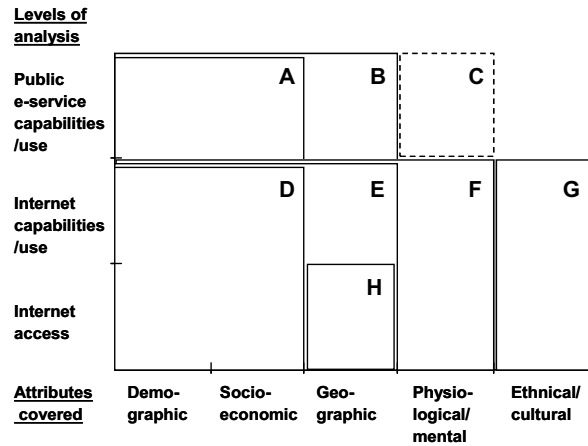


Figure 2. Clusters of digital divide studies about German residents updated based on [11]

In summary, the potential user group for public e-services consists of all residents (a) having access to the Internet (i.e. no digital access divide), who (b) are technical and informational capable of using the Internet (i.e. no digital capability divide) and (c) have the skills related to the public sector domain. The research community has to address public e-services as level of analysis (in addition to Internet access and Internet capabilities), to understand which minorities of society are not yet included in this potential user group and how to expand this group by these minorities.

Figure 2 clusters existing research studies in a matrix spanning two dimensions, (1) covered levels of analysis and (2) covered attributes regarding minorities of society. Based on the updated review of Becker et al. research with data on Germany are employed to build the clusters and Table 2 lists example studies for each cluster [11].

Table 2. German example studies for research clusters

Cluster	Example study	Comment	Source
A	Statistisches Bundesamt - Entwicklung der Informationsgesellschaft	Only age and income	[8]
B	Eurostat	Partly data only via online database accessible	[20, 43]
	eGovernment Monitor 2010	Including frequency of public service use	[46]
C	BITV-Test 2006	Only supply side focus	[15]
D	ARD/ZDF Online-Study	-	[26]
	Niehaves and Plattfaut 2010	Not enough data for migration background	[35]



E	(N)online Atlas 2010	In 2005 version also migration background	[47]
F	BMI E-Partizipation-Study	-	[3]
G	ARD/ZDF Migranten und Medien 2007	Including age	[5]
H	Eurobarometer – E-Communications household survey	Including age	[22]

The purpose of this paper is to fill the main white spot identified in the matrix, namely to analyze the influence of migration background on the overall capability to use public e-services. To the best knowledge of the authors there is no study covering both, migration background and public e-services in Germany.

### 2.3 Influence of migration background

Within international literature several similar terms are used besides 'migration background', e.g. ethnicity, race, immigrants etc. [e.g. 14, 33, 37]. However, in these contributions these attributes are only covered with regard to Internet access, capabilities and usage, but not with public e-services as level of analysis [e.g. 1, 33, 37, 53]. One remarkable exception is the study of Bélanger and Carter [12, 14], which did not find a dominant influence of ethnicity on e-government use in the US. But they argue this surprising result might be a sampling issue [12, p. 4], which underlines the necessity of further research in this field.

According to the definition of the German federal statistical office, people living in Germany have a migration background, if they or at least one of their parents have either moved to Germany after 1949 or do not have a German passport [44, p. 31]. With regard to this wide definition almost 19% of the German population has a migration background [44, p. 48]. This large percentage is reasonable "[d]ue to the immigration of the so-called guest-workers from Mediterranean countries in the 1960's [...] who along with their children still to a large extent stay in Germany" [40, 51, p. 168]. The group of the German society with migration background is an interesting minority to study, since previous studies on the influence of migration background on computer and Internet access/capabilities/usage have shown at least a small gap between the German population with and without migration background [5, 51].

**Table 3. Foreign language content for individuals on the largest German cities' web sites**

City/ web address	Number of trans- actional e- service in foreign language	Information in foreign language
Berlin www.berlin.de	0	Tourism
Hamburg www.hamburg.de	0	Tourism, some forms

München www.muenchen.de	0	Tourism, some service descriptions and forms
Köln www.koeln.de	0	Tourism
Frankfurt www.frankfurt.de	0	Tourism, some service descriptions
Stuttgart www.stuttgart.de	0	Tourism
Dortmund www.dortmund.de	0	Tourism, contact information
Düsseldorf www.duesseldorf.de	0	Tourism
Essen www.essen.de	0	Tourism, contact information and some service descriptions
Bremen www.bremen.de	0	Tourism, multiple service descriptions

Furthermore analyzing the population with migration background regarding missing capabilities for public e-services is worthwhile, due to three characteristics of this minority group: (1) On average this group has lower levels of income and education than the average German population [44, p. 49-50]. (2) There might be different cultural experiences leading to missing capabilities, e.g. limited experiences with the German public sector or higher importance of personal relationships and thus limited public service experience without personal relationships. AlAwadhi and Morris [2, p. 587-588], for example, cite one focus group participant coming from the middle east to highlight the importance of personal relationship for some ethnical groups in contacts with the government: *"It's a good technology, but it will reduce the live interaction with government more and more. So I don't think that everything in our life should be reduced to simple electronic exchanges – I prefer a tangible relationship with government."* (3) The partial lack of German language skills might be a significant barrier. The study of ARD and ZDF found a significant lack of very good German language skills in some of the ethnical groups with migration background [5, p. 76]. In addition, Ono and Zavodny identified a correlation between limited native language skills and access as well as use of information technology in the US [37]. German language skills might also be an important capability for public e-service use, since by far most of the public e-services are only provided in German. Table 3 shows the number of transactional e-services, which can be conducted in another language than German, for the ten largest cities in Germany<sup>1</sup>. None of the ten cities is providing any transactional e-service in any foreign language. Also very few are providing city hall related informational services (e.g. contact information for the respective public services or forms) in a foreign language such as English. Surprisingly, most of the cities only give tourist information in

<sup>1</sup> Municipalities provide most of the public services in Germany. Due to higher budgets and higher numbers of residents without German language skills, the largest cities are an appropriate sample. The analysis was conducted in July 2010.

foreign languages, even though a translation of the basic services/forms cannot be regarded as very challenging.

**Table 4. Barriers for conducting public service electronically compiled from [6]**

Barriers	Description
perceived sensory requirements (SR)	Lack of seeing, hearing or touching involved persons or objects is perceived as barrier.
perceived relationship requirements (RR)	Limited chance of creation of social relationship/social interaction is perceived as barrier.
perceived immediate results requirements (IRR)	Asynchronous processing or delayed provisioning of the intermediate or final result is perceived as barrier.
perceived performance risk (PR)	Risk of not completing the service (as demanded) is perceived as barrier.
perceived privacy and security risk (PSR)	Data privacy or data security risks are perceived as barrier.
perceived process involvement (PI)	High personal involvement with the results of the service or the service itself is perceived as barrier.
perceived need for consultation (NC)	Requirement of consultation with the support staff is perceived as barrier.
perceived process complexity (PC)	A high amount of required information for conducting the service is perceived as reason for the need of consultation.
perceived process ambiguity (PA)	Ambiguous information regarding the service is perceived as reason for the need of consultation.

## 2.4 Potential barriers for use of e-services

Electronic service delivery differs from traditional face-to-face service delivery by the absence of physical interaction between the resident, the public sector employees and physical objects or documents [38]. Overby [38] names the underlying process of such impersonal services a "virtual process" and identifies "process virtualizability" as a critical prerequisite for a successful, widely accepted electronic service. Barth and Veit transferred the work of Overby from private to public sector services, such as personal registration in a city after moving to a new address [6]. In addition they updated the list of resident's potential barriers to conduct a public service virtually (instead of face-to-face) based on literature. Table 4 names and shortly describes the nine barriers, a full explanation and literature review can be found in [6]. These barriers, if present, are expected to hinder the residents to conduct the respective service electronically. The perceived presence of these barriers depends on the type of public service at hand and on the resident's characteristics. Note that the previously mentioned language issues are not included as barrier to conduct a service virtually, since the same language (i.e. only German) has to be used in the electronic and the face-to-face mode. Thus potential language problems are not seen as a barrier itself, but might have influence on the perceived importance of other barriers (e.g. need for consultation).

## 3. RESEARCH METHODOLOGY

Given the research questions (see section 1) and the limited control of the behavioral events according to the suggestions of Yin in a case study design was chosen [54, p. 8]. Hence, we address the lack of qualitative research in digital divide literature as demanded by van Dijk [48, p. 221]. Due to the very limited research covering both migration background and public e-services an exploratory case study is necessary. At the same time, as requested by Yin [54, p. 28], we defined a research question to clearly state the purpose of the research and employed potential barriers for public e-service delivery from literature. Finally we propose testable propositions based on the results of the case study to accelerate future research, since "exploratory studies have three purposes: to discover significant variables [...], to discover relations among variables, and to lay the groundwork for later, more systematic and rigorous testing of hypotheses" [30, p. 586].

### 3.1 Case study design

To ensure rigorous research the case study research approach by Yin [54] was closely followed.

One major distinction of the case study method to other popular research methods such as empirical survey design lies in the approach employed for generalization [54]. In the latter, so called "statistical generalization" [54], an inference is made based on the statistical analysis of a representative sample for the whole population. Due to typically small numbers of cases statistical generalization is not possible [54].

In case studies analytical generalizability is achieved by combining interesting cases to disqualify alternative explanations in the so called "replication logic" [54]. Having multiple cases boosts the analytical potential of the research project, since only in this condition cross-case comparisons are feasible. For these reasons, in this research project a multiple case study design is used: Each case study investigates residents' barriers regarding one (in future potentially virtualized) public service. In Germany, a federally organized country, three hierarchical levels for public service delivery can be distinguished: the federal government, its 16 federal states and the about 12,000 municipalities [32, p. 571]. Since municipalities deliver the major share of public services to its respective residents, this level seemed particularly appropriate for our analysis. Hence, in cooperation with a midsize German city in the state of Baden-Württemberg five of its public processes were investigated<sup>2</sup>.

An interview protocol was designed to guide the interviews with residents requesting the respective service at the municipality. The protocol included semi-structured, open-ended questions to ensure reliability and consistency for cross-case comparison, but left room for reaction on the interviewee's responses.

Four pilot interviews were conducted and analyzed before the data collection phase. Based on the interview transcripts the interview protocol was slightly refined to improve convenience and intelligibility.

<sup>2</sup> The following five public processes were chosen: personal registration after moving, passport application, vehicle registration, church deregistration, and civil marriage.

### 3.2 Sampling and data collection procedure

Between April and June 2010 for each of the five processes 5-7 interviews were conducted in person with residents that requested the respective service in the municipality. On each interview day the interview period started right when the municipality opened and ended when it was closed. The interviewer randomly selected the resident for the next interview by picking the resident leaving the office after the most recent interview had been finished. All residents identified with this approach were interviewed, if they had requested one of the selected services and agreed to participate. Thus interviewees with and without migration background were included in the sample. The interviewer guaranteed privacy and confidentiality to all interviewees to ensure true and open responses. Each resident was only interviewed once and about one service only. The interviews were audio taped and transcribed afterwards. Only one interviewee declined the permission to record the interview and in this case notes were taken during the interview.

### 3.3 Data analysis

The transcripts of the overall 28 interviews were aggregated and stored in the case study database, which comprised 27,963 words and 85 pages of text. The data analysis was conducted using the software ATLAS.ti<sup>3</sup> and structured in three steps.

First, the coding scheme was developed based on the recommendations of Boyatzis by the first author, who is also the first coder [16]. The coding scheme was developed "*theory-driven*" [16] and consisted of one code for each barrier suggested by Barth and Veit (see Table 4). After initial discussions with the second coder, a research colleague, the coding scheme was refined for intelligibility. Both coders had previous experience with e-government research and interview coding.

Second, both coders coded 4 interview transcripts from the pre-test independently from each other based on the previously defined coding scheme. Based on the differences in the coding results, the coders refined the coding scheme further, to guarantee a common understanding of all codes.

In the third step, both coders coded the 28 interview transcripts independently from each other, strictly on basis of the finalized coding scheme. The inter-rater reliability, calculated as the percentage of agreement on presence [16, p. 154-155], ranges from 77 to 100% with an average of 88%. The final coding matrix (see Table 7) contains the coding of the first coder, who had most experience with the content since he also conducted and transcribed the interviews.

## 4. RESULTS AND DISCUSSION

From the 28 interviews conducted, 8 persons had a migration background. For consistency, for the attribute migration background the definition of the German federal statistical office (see subsection 2.3) was applied. In comparison with the share of people with migration background in Germany, 19% according to the German federal statistical office, in the sample the share is with 29% considerably larger. This larger share provides the basis for comparisons between groups of interviewees with and without migration background, to identify potential differences in capabilities and barriers for public e-services. Hence, we are able

to apply both replication logics, the so called "*theoretical replication*" (interviewees with vs. interviewees without migration background) and the "*literal replication*" (comparison of interviews within the two groups) [54, p. 54]. Furthermore the attribute migration background and its influence on capabilities and barriers can be compared to other typical attributes of digital divide minorities, to check for the attributes relevance in this domain.

### 4.1 Results

Besides the attribute migration background further digital divide related attributes such as gender, age and educational level were covered in the interviews to control for their influence. The attributes highly associated with privacy concerns, namely handicap and income/wealth, were not addressed in the interviews to not risk the openness and positive atmosphere of the in-depth interviews. Also no geographic attributes were analyzed, since all interviewees were conducted in the same municipality.

**Table 5. Migration background in comparison to other digital divide attributes**

Reason for disadvantage	Attribute	Attribute-share in ...	
		group without Internet access, capability or confidence in e-service skills	control group
Demographics	Female	67%(4/6)	36%(8/22)
	>40 years <sup>4</sup>	33%(2/6)	32%(7/22)
Socio-Economic	Low-medium education level <sup>5</sup>	83%(5/6)	41%(9/22)
Ethnical/cultural	Migration background	67%(4/6)	<b>18%(4/22)</b>

From the 28 interviewees 6 (21%) expressed that they are not able to use public e-services for some reason, i.e. either they had no Internet access (digital access divide), or missing Internet related capabilities (digital capability divide), or no confidence in their public e-service related capabilities. Consequently, these 6 persons are not part of the group of potential users of public e-service. To understand the barriers relevant for these 6 persons and to be able to address them appropriately, it is necessary to identify their key attributes. Hence, Table 5 shows the share of these 6 persons holding a migration background or one of the other digital divide related attributes listed above (as percentage and in absolute numbers). All of the covered attributes, with the only exception of age, mark a essential share, 67-83%, of these 6 persons not able to use public e-services. These results are in line with the latest data from the eGovernment Monitor 2010 [46]: In this study the attribute high level of education had the

<sup>3</sup> Vers. 6.1.13, <http://atlasti.com>, access date 1/06/2010

<sup>4</sup> The age limit was chosen analogously to [49, p. 282]

<sup>5</sup> High education level was defined as university-entrance diploma or any diploma from academia analogously to [47]

largest influence on public e-service use. Also the attribute age had some but comparably little effect on the usage. The other two attributes covered here, migration background and gender, were not addressed in this study.

The attributes only help to address the respective target group, if the attributes hold for a larger share of the target group, but not for the respective control group. Otherwise just a large part of the whole population (including some parts of the target group) is addressed and the attributes do not help in targeting. In this context the control group consists of (all other) 22 interviewees that are confident to be able to use public e-services. The fourth column in Table 5 lists the respective attribute-shares for this control group. The attribute migration background covers with 18% a considerable low share of persons in the control group, compared to 32-41% for the other attributes.

Hence, migration background is a very interesting attribute to address the target group of people not having confidence in their public e-service skills without large wastage. Even the multi-attributive combination of the attributes 'female' and 'low-medium education level' scores with 50% of the target group and 9% of the control group not considerable better for this sample.

**Table 6. Share of necessary requirements for public e-service use within groups with and without migration background**

Group	Share without Internet access	Share without Internet use	Share without confidence in public e-service skills
Interviewees with migration background	25% (2/8)	13% (1/8)	<b>50%</b> (4/8)
Interviewees without migration background	15% (3/20)	15% (3/20)	<b>15%</b> (3/20)
Residents of Baden-Württemberg	24%	-	-

Furthermore, we compared the group holding this attribute with the group without it. In Table 6 for these two groups the

**Table 7. Coded barriers for public e-service usage for interviewees with migration background vs. the control group**

Group	Indicator	RR*	NC*	PA*	PR*	PSR*	PI*	IRR*	PC*	SR*
with migration background	Share of interviewees with perceived barrier	<b>50%</b> (4/8)	<b>50%</b> (4/8)	<b>37,5%</b> (3/8)	75% (6/8)	75% (6/8)	25% (2/8)	50% (4/8)	0% (0/8)	62,5% (5/8)
w/o migration background	Share of interviewees with perceived barrier	<b>0%</b> (0/8)	<b>12,5%</b> (1/8)	<b>12,5%</b> (1/8)	37,5% (3/8)	37,5% (3/8)	50% (4/8)	75% (6/8)	0% (0/8)	62,5% (5/8)
Differences between groups	Multiple factor**	∞	x4	x3	x2	x2	x2	X1.5	x1	x1

\* See Table 4 for the full names of the coded barriers

\*\* Multiple factor calculated as the larger percentage divided by the smaller

**Table 8. Coded barriers for interviewees with migration background and no confidence in public e-service skills vs. control group**

Group	Indicator	RR*	NC*	PA*	PR*	PSR*	PI*	IRR*	PC*	SR*
with migration background	Share of interviewees with perceived barrier	<b>75%</b> (3/4)	<b>75%</b> (3/4)	<b>50%</b> (2/4)	75% (3/4)	75% (3/4)	25% (1/4)	50% (2/4)	0% (0/4)	100% (4/4)
w/o migration background	Share of interviewees with perceived barrier	<b>0%</b> (0/2)	<b>0%</b> (0/2)	<b>0%</b> (0/2)	50% (1/2)	50% (1/2)	50% (1/2)	50% (1/2)	0% (0/2)	50% (1/2)
Differences between groups	Multiple factor**	∞	∞	∞	x1.5	x1.5	x2	X1	x1	x2

**Table 9. Coded barriers for interviewees with migration background and confidence in public e-service skills vs. control group**

Group	Indicator	RR*	NC*	PA*	PR*	PSR*	PI*	IRR*	PC*	SR*
with migration background	Share of interviewees with perceived barrier	25% (1/4)	25% (1/4)	25% (1/4)	75% (3/4)	75% (3/4)	25% (1/4)	50% (2/4)	0% (0/2)	25% (1/4)
w/o migration background	Share of interviewees with perceived barrier	0% (0/6)	16,7% (1/6)	16,7% (1/6)	33,3% (2/6)	33,3% (2/6)	50% (3/6)	83,3% (5/6)	0% (0/6)	50% (3/6)
Differences between groups	Multiple factor**	∞	x1.5	x1.5	x2.3	x2.3	x2	X1.7	x1	x2

respective shares of persons (a) without an Internet access in the household, (b) without regular Internet use (i.e. multiple times a week) and (c) without confidence in the own skills to use public e-services are shown. To control for a self reporting bias the answers of the interviewees regarding their confidence

in public e-service use were controlled with data on their current e-commerce usage (given limited chances of public e-service use in the past).

In comparison with the latest data from a respective study for Internet access in Baden-Württemberg (see the third row in Table 6) [47, p. 11], the Internet access rates (18% for both groups taken together) in our sample is a little higher than expected. This delta can be explained by the not representative character of our qualitative study, e.g. lacking any residents from rural areas of Baden-Württemberg. Both groups, the one with migration background and the group without it, show similar shares of persons using the Internet on a regular basis. Only for Internet access in the own household the share of the group with migration background is slightly smaller, 15% vs. 25%. These results are in line with the outcome of the study of ARD and ZDF [5, p. 11]: "...the Internet is used comparable [by persons with and without migration background]." But interestingly the two (imaginary) curves of the three data points for each of the two groups looks quite different. While for the control group the share of people not having access, not using the Internet on a regular basis and not having confidence in their public e-service skills stay constant (on the 15% level), for the group of interviewees with migration background the curve is more complex. In the latter group the share of people using the Internet regularly is higher than the number of persons having Internet access at home, since the Internet is used on a regular basis in other locations than the own household, e.g. at a friends place or in Internet cafés. Furthermore in this group the share of people not confident in having the necessary skills for using public e-services is with 50% far higher than the level of no Internet access and not regular Internet use. This is a clear contrast to the control group without migration background, where Internet access and Internet use directly leads to confidence in public e-service skills.

To better understand why confidence in the own public e-service skills is that different for the two groups, a comparison of the perceived barriers (in addition to the divides addressed above) for e-service usage vs. traditional service usage was conducted. Table 7 lists the share of interviewees for which the respective barriers was coded. To eliminate the effect of the type of service on the results, the group of persons with migration background is compared with an equally sized subgroup of persons without migration background that requested the same services.<sup>6</sup>

Three distinct differences, i.e. percentage multiples of at least factor three, in the perceived barriers (shown in bold numbers) can be identified. First, 'relationship requirements' (RR) was perceived as barrier by 50% of all interviewees having a migration background, but by 0% of the interviewees in the control group.

Group with migration background:

---

<sup>6</sup> Both groups (with and without migration background) are also very similar in gender (4 vs. 3 women), educational level (2 vs. 3 with university-entrance diploma or diploma from academia) and age (on average 33 vs. 40 years).

*"I would have a better feeling with a person in charge in front of me. The Internet is too impersonal for me." (P6:13)*

*"In Germany it is getting colder and colder regarding the personal relationships. You can't find the human touch any more." (P22:30)*

Control group without migration background:

*"Personal relationship is relative. I don't establish a real personal relationship to the administrative staff here anyway." (P14:21)*

*"A limited personal relationship is not an issue. Even here in the office you do not establish a strong personal relationship." (P18:34)*

Second, 'need for consultation' (NC) is perceived by 50% of the group with migration background, but 12,5% of the control group.

Group with migration background:

*"I had called the administrative staff before I came here, to ask questions. But still I had a few things I did not understand. The woman here explained me whom to contact and how to get the documents I needed." (P22:69)*

*"I realized, without the advice of the administrative staff here, I had not been able to conduct the service. It would be impossible via the Internet." (P27:65)*

Control group without migration background:

*"I don't need any consultation, since I already know what I want." (P1:41)*

*"All the information I needed, I already read in the Internet." (P10:49)*

*"I had no questions; this is a routine for me." (P13:66)*

*"No, I did not need any advice. I had no questions." (P25:44)*

Third, 'perceived process ambiguity' (PA) was perceived as the reason for the 'need of consultation' by 37,5% of the group of people with migration background, but only by 12,5% of the interviewees in the control group.

Group with migration background:

*"If I had to read all the information, this would not have been enough for me. I really needed to ask some questions." (P6:49)*

*"I did not understand everything right away. I was given a lot of information, but the most important thing was that I could ask quite a few questions and the staff explained me all the things I did not get." (P27:71)*

Interestingly, the same three distinct differences in perceived barriers are present if only the parts of the two groups are compared, that have no Internet access, no regularly Internet usage or no confidence in their public e-service skills (see Table 8). In contrast, the comparison of the two groups, including only those people with Internet access, regular Internet usage and confidence in their e-service skills, does not highlight any distinct difference (see Table 9). The high

multiple factor of 'relationship requirements' is due to technical reasons (i.e. division by zero) only.

## 4.2 Discussion

The low share of interviewees not having Internet access or not using the Internet multiple times a week supports the literature highlighting a closing first level Internet divide [48, p. 225]. The somewhat smaller share with Internet access in their household of people having a migration background can at least partially be explained by the correlation of migration background with low income and educational level, which are known indicators for the first level digital divide [48].

Regarding the confidence in having the required skills for public e-service use, the large gap between persons with and without migration background is striking. Not only the pure difference in percentage is noticeable, but the two distinct 'curves' of Internet access, Internet usage and confidence in the required public e-service skills for the two groups (see Table 6). For people with migration background regular Internet usage does not directly translate into the required skills for public e-services, as it does for Germans without migration background. The authors see three potential reasons for this effect: (a) Due to limited German language skills complex German public e-services are out of reach for many people with migration background. In contrast, simpler Internet content (e.g. more similar to colloquial speech, non transactional services or information presented in other languages) is consumed on a regular level. (b) In comparison to Germans without migration background, people with migration background share other cultural experiences, e.g. higher perceived relationship requirements, due to limited experiences with the German public sector and service experiences indicating high relevance of personal relationships. (c) The persons having a migration background are using the Internet regularly today, but (due to a slow start) might not have reached the required Internet experience level for public e-service yet.

Based on the results of the interview-coding for perceived barriers to public e-services, we found initial support for the first two reasons (a and b). In contrast to Germans without migration background, interviewees with migration background perceived a 'need for consultation' as a distinct barrier for public e-services. This 'need for consultation' was mainly motivated by perceived process ambiguity, which indicates language issues with this kind of information. In addition the 'need for consultation' barrier was dominant for people with migration background only in the group without Internet access, usage or confidence in public e-service skills. This underlines the correlation of this barrier with public e-service skills.

With regard to the cultural dimension, we identified the 'relationship requirements' as a distinct barrier for people with migration background, but not for the respective control group. This finding indicates that the cultural experience of the residents does matter. Furthermore, for this barrier a distinct difference is only detected for the group without Internet access, usage or confidence in public e-service skills. The respective gap in Table 9 (i.e. for the group with Internet

access, usage and confidence) is actually quite small; the multiple factor is large due to technical reasons (i.e. division by zero) only.

For the third reason, i.e. people with migration background have not yet reached the required Internet experience level, we can only provide limited support based on the data of our sample: Only some people with migration background stated that they are using the Internet regularly in an Internet café or at a friends place. Thus their Internet experience level can be considered lower than the one of Germans without migration background using the Internet at home.

*"Frequently I use the Internet at my friend's place."* (P3:67)

In addition, the public service provider staff pointed us to another potential reason, which requires further investigation. Some services are more complex, if people with migration background are involved, e.g. civil marriage if foreign law has to be considered.

Given the results of the coding, we suggest the following propositions as key results of this exploratory case study:

*Proposition 1: Due to limited German language proficiency, German residents with migration background are not confident having the necessary skills for using German public e-services, although they are using the Internet on a regular basis.*

*Proposition 2: Due to higher appreciation and experience with a personal relationship to public administration staff, German residents with migration background are not confident having the necessary skills for using German public e-services, although they are using the Internet on a regular basis.*

## 4.3 Limitation and future research

The findings discussed above are based on a multiple, but single-site case study in two departments of a mid-size municipality. Thus the findings may be influenced to a certain extent by the atmosphere within this municipality as well as by the (not representative) mixture of residents living in this city and requesting services. As discussed above the higher share of people with migration background in the sample even backs the research purpose of this paper. The authors encourage further multiple site or large scale quantitative research to test the formulated propositions and to control for alternative explanations, such as the further mentioned potential reasons, which also require in depth investigation. Furthermore, a more detailed differentiation between different types of migration background is valuable to address the optimal target groups and to identify pragmatic approaches to address language barriers.

## 5. SUMMARY & CONCLUSION

The goal of this paper is to analyze the influence of migration background on the success of public e-services. High usage rates and hence a maximized potential target group, covering major parts of society, were identified as essential prerequisite for successful public e-services. For this purpose 'public e-services' should be addressed as level of analysis. We argued why Internet access or regular Internet usage are necessary but no sufficient conditions for citizens to be able to use public e-services. Consequently, the interviewees, persons with and

without migration background, were questioned about their confidence in their public e-service skills and perceived barriers for using public e-services instead of traditional face-to-face delivered services. In contrast to Germans without migration background, for the group of people holding this attribute regular Internet usage did not directly translate into confidence in the own public e-service skills. We found initial support for language and cultural barriers as origin for this effect and formulated the respective propositions as basis for further research. These results are valuable for the research community as well as for public service providers.

First, to the best knowledge of the authors, this study is the first covering both, migration background and German public e-services. Therefore, it addresses a clear theoretical gap and sets the agenda for further research in this field. In addition it is one of the first publications consequently following the suggestion of Helbig et al. [27], combining digital divide research with e-government research (i.e. public e-services) to tackle the demand side issues of public e-services.

Second, the results are highly relevant for public service providers. Limited language skills are identified as one key barrier excluding people with migration background from public e-services. This hinders both key goals of public e-service initiatives: A noticeable minority of the society can not benefit from better quality services (digital outcome divide) and public service providers could fail to reach high usage rates of the e-service, as required for cost saving. As suggested by Becker et al. the public service provider should revise the formulation of their e-services and try to make them as easy to grasp as possible [11, p. 83-84]. In particular they should resist using technical terms, but focusing on simple and common language. Another approach to optimize the potential target group of public e-services would be to provide e-services or assistance information in foreign languages. Our analysis has shown, that even in the largest German cities this potential has not been addressed at all. Today residents can not conduct any public e-services using a foreign language such as English. Based on studies illustrating the language capabilities [e.g. 5, p. 76] and geographic concentration of people with the same cultural migration background a very focused targeting of the critical migration groups would be possible. In this context the public sector can learn from the achievements of private corporations. For instance the medium-sized German home loan bank BKM (<http://www.bkm.de>) has identified the revenue potential of people with Turkish migration background. BKM has established a separate Turkish sales force and provides its homepage in German and Turkish.

One important aspect of the considerations in this work is the possible effect on cultural changes in society. Therefore, the potential impact of overcoming the identified shortcomings of a lack of multilingualism in public e-services on long-term societal integration must be considered and further investigated. Interdisciplinary work together with political science is necessary.

## 6. REFERENCES

- [1] Agarwal, R., Animesh, A. and Prasad, K. 2009. Social Interactions and the "Digital Divide": Explaining Variations in Internet Use. *Information Systems Research* 20, 2, 277-294.
- [2] AlAwadhi, S. and Morris, A. 2009. Factors Influencing the Adoption of E-government Services. *Journal of Software* 4, 6, 584-590.
- [3] Albrecht, S., Kohlrausch, N., Kubicek, H., et al. 2008. E-Partizipation – Elektronische Beteiligung von Bevölkerung und Wirtschaft am E-Government. Im Auftrag des BMI. <http://www.ifib.de/dokumente/ifib-zebralog%20e-partizipation.pdf>, 07/15/2010.
- [4] Andersen, K. 2006. e-Government: Five Key challenges for management. *Electronic Journal of e-Government* 4, 1, 1-8.
- [5] ARD/ZDF-Medienkommission 2007. Ergebnisse einer repräsentativen Studie der ARD/ZDF-Medienkommission. <http://www.unternehmen.zdf.de/index.php?id=245&artid=241&backpid=244&cHash=7d6e8fe917/>, 07/15/2010.
- [6] Barth, M. and Veit, D. 2011. Electronic Service Delivery in the Public Sector: Understanding the Variance of Citizens' Resistance. *Proceedings of 44th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- [7] Barzilai-Nahon, K. 2006. Gaps and bits: Conceptualizing measurements for digital divide/s. *The Information Society* 22, 5, 269-278.
- [8] Bauer, O. and Tenz, B. 2007. Entwicklung der Informationsgesellschaft. IKT in Deutschland. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- [9] Baum, C. and Di Maio, A. 2000. Gartner's four phases of e-government model. *Stamford, Gartner Group* 21, 1-5.
- [10] Baumgarten, J. and Chui, M. 2009. E-government 2.0. *McKinsey on Government* 4, 26-31.
- [11] Becker, J., Niehaves, B., Bergener, P., et al. 2008. Digitale Integration durch E-Government. ERCIS for BMI, Münster.
- [12] Bélanger, F. and Carter, L. 2006. The Effects of the Digital Divide on E-Government: An Empirical Evaluation. *Proceedings of 39th Hawaii International Conference on System Science*.
- [13] Bélanger, F. and Carter, L. 2008. Trust and risk in e-government adoption. *Journal of Strategic Information Systems* 17, 165-176.
- [14] Bélanger, F. and Carter, L. 2009. The impact of the digital divide on e-government use. *Communications of the ACM* 52, 4, 132-135.
- [15] BIK 2006. Ministerientest 2006 - BITV umsetzen - jetzt! [http://www.bik-online.info/test/ministerien\\_2006/index.php](http://www.bik-online.info/test/ministerien_2006/index.php), 07/20/2010.
- [16] Boyatzis, R. 1998. Transforming qualitative information: Thematic analysis and code development. SAGE Publications Thousand Oaks.

- [17] Bundesregierung 2007. 7. Bericht der Beauftragten der Bundesregierung für Migration, Flüchtlinge und Integration über die Lage der Ausländerinnen und Ausländer in Deutschland. <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Publikation/IB/Anlagen/auslaenderbericht-7,property=publicationFile.pdf,07/15/2010>.
- [18] Carter, L. and Bélanger, F. 2005. The utilization of e-government services: citizen trust, innovation and acceptance factors. *Information Systems Journal* 15, 1, 5-25.
- [19] Chang, I., Li, Y., Hung, W., et al. 2005. An empirical study on the impact of quality antecedents on tax payers' acceptance of Internet tax-filing systems. *Government Information Quarterly* 22, 3, 389-410.
- [20] Demunter, C. 2005. Die digitale Kluft in Europa. *Statistik kurzgefasst* 38.
- [21] Edmiston, K. 2003. State and local e-government: Prospects and challenges. *The American Review of Public Administration* 33, 1, 20-45.
- [22] Eurobarometer 2007. E-Communications Household Survey. Special Eurobarometer 293.
- [23] Eurostat 2008. E-government online availability - Percentage of online availability of 20 basic public services. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>, 12/14/2009.
- [24] Eurostat 2009. E-government usage by individuals by gender - Percentage of individuals aged 16 to 74 using the Internet for interaction with public authorities. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>, 12/14/2009.
- [25] Eurostat 2009. Individuals using the Internet for returning filled in forms to public authorities - Percentage of individuals aged 16 to 74. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>, 12/14/2009.
- [26] Gerhards, M. and Mende, A. 2007. Offliner 2007: Zunehmend distanzierter, aber gelassener Blick aufs Internet. *ARD/ZDF-Offline-Studie 2007. Media Perspektiven* 8, 2007, 379-392.
- [27] Helbig, N., Gil-García, J. and Ferro, E. 2009. Understanding the complexity of electronic government: Implications from the digital divide literature. *Government Information Quarterly* 26, 1, 89-97.
- [28] Jaeger, P. 2003. The endless wire: e-government as global phenomenon. *Government Information Quarterly* 20, 4, 323-332.
- [29] Jorgensen, D. and Cable, S. 2002. Facing the challenges of e-government: A case study of the City of Corpus Christi, Texas. *SAM Advanced Management Journal* 67, 3, 15-21.
- [30] Kerlinger, F. and Lee, H. 2000. *Foundations of Behavioral Research*. Harcourt College Publishers, Fort Worth, TX.
- [31] Layne, K. and Lee, J. 2001. Developing fully functional E-government: A four stage model. *Government Information Quarterly* 18, 2, 122-136.
- [32] Maurer, H. 2009. *Allgemeines Verwaltungsrecht*. Verlag C.H. Beck, München.
- [33] Mossberger, K., Tolbert, C. and Gilbert, M. 2006. Race, place, and information technology. *Urban Affairs Review* 41, 5, 583-619.
- [34] Mossberger, K., Tolbert, C. and Stansbury, M. 2003. *Virtual inequality: Beyond the digital divide*. Georgetown University Press, Washington, D.C.
- [35] Niehaves, B. and Plattfaut, R. 2010. T-Government for the Citizens: Digital Divide and Internet Technology Acceptance among the Elderly. *Proceedings of tGov Workshop '10 (tGov10)*.
- [36] Norris, P. 2001. *Digital divide*. Cambridge University Press Cambridge.
- [37] Ono, H. and Zavodny, M. 2008. Immigrants, English ability and the digital divide. *Social Forces* 86, 4, 1455-1479.
- [38] Overby, E. 2008. Process virtualization theory and the impact of information technology. *Organization Science* 19, 2, 277-291.
- [39] Reddick, C. 2004. A two-stage model of e-government growth: Theories and empirical evidence for US cities. *Government Information Quarterly* 21, 1, 51-64.
- [40] Reitz, J., Frick, J., Calabrese, T., et al. 1999. The institutional framework of ethnic employment disadvantage: a comparison of Germany and Canada. *Journal of Ethnic and Migration Studies* 25, 3.
- [41] Robinson, J., DiMaggio, P. and Hargittai, E. 2003. New social survey perspectives on the digital divide. *IT & Society* 1, 5, 1-22.
- [42] Scholl, H., Barzilai-Nahon, K., Ahn, J., et al. 2009. E-Commerce and e-Government: How Do They Compare? What Can They Learn From Each Other? *Proceedings of 42nd Hawaii International Conference on System Sciences*.
- [43] Seybert, H. 2007. Geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Computer- und Internetnutzung. *Statistik kurz gefasst* 119.
- [44] Statistisches Bundesamt 2009. *Statistisches Jahrbuch 2009 Für die Bundesrepublik Deutschland*. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- [45] Teerling, M. and Pieterse, W. 2009. Government Multichannel Marketing: How to seduce citizens to the web channels? *Proceedings of 42nd Hawaii International Conference on System Sciences*.
- [46] TNSInfratest 2010. eGovernment Monitor 2010 - Bürger und Staat. Beziehung gestört? [http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2010/07/IDG\\_NOA\\_Sonderstudie.pdf](http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2010/07/IDG_NOA_Sonderstudie.pdf), 07/14/2010.
- [47] TNSInfratest 2010. (N) ONLINER Atlas 2010 - Eine Topographie des digitalen Grabens durch Deutschland. <http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2010/06/NONLINER2010.pdf>, 07/14/2010.



- [48] Van Dijk, J. 2006. Digital divide research, achievements and shortcomings. *Poetics* 34, 4-5, 221-235.
- [49] Vehovar, V., Sicherl, P., Hüsing, T., et al. 2006. Methodological challenges of digital divide measurements. *The Information Society* 22, 5, 279-290.
- [50] Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., et al. 2003. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly* 27, 3, 425-478.
- [51] Wagner, G., Pischner, R. and Haiken-DeNew, J., 2002, *The changing digital divide in Germany*, Blackwell Publishing.
- [52] Wei, K., Teo, H., Chan, H., et al. 2010. Conceptualizing and Testing a Social Cognitive Model of the Digital Divide. *Information Systems Research*, published online before print, 1-21.
- [53] Wilson, K., Wallin, J. and Reiser, C. 2003. Social stratification and the digital divide. *Social Science Computer Review* 21, 2, 133.
- [54] Yin, R. 2008. *Case study research: Design and methods*. Sage Publications, Thousand Oaks, California.

# Automatic Identification of Structural Process Weaknesses – Experiences with Semantic Business Process Modeling in the Financial Sector

Jörg Becker	Burkhard Weiß	Axel Winkelmann
ERCIS – University of Münster	ERCIS – University of Münster	ERCIS – University of Münster
Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, Germany	Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, Germany	Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, Germany
+49-251-8338100	+49-251-8338089	+49-251-8338086
becker@ercis.uni-muenster.de	weiss@ercis.uni-muenster.de	winkelmann@ercis.uni-muenster.de

## ABSTRACT

Business process reengineering (BPR) has been a core research topic for at least the last twenty years. As banks have realized the need to look on their business in a process-oriented way, they have been engaged in numerous business process reengineering projects to make their organizations more efficient. However, the success of BPR projects in banks varies significantly and it remains a challenge to systematically discover weaknesses in business process landscapes. Based on the Semantic Business Process Modeling Language (SBPML) this paper introduces a new approach for pattern-based automatic process model analysis, with a focus on identifying structural process weaknesses such as organizational process fragmentation, possibly unnecessary process complexity or multiple resource usage or other process inefficiencies. Additionally, this approach also allows for a benchmarking of different process path alternatives in the same process or among different processes. In this article, this approach is applied and evaluated in the financial sector, but it can possibly also be used in other domains. It contributes to a more efficient and more effective identification of possible weaknesses in process models in comparison to today's manual analysis of process models.

## Keywords

Business Process Management, Business Process Analysis, Business Process Modeling, Banks

## 1. INTRODUCTION

Process models have been established as a broadly applied instrument in business process management. Therefore,

researchers have developed many modeling languages for the formal representation of business processes since the arrival of the first business information systems [24, 61]. Popular examples range from Petri nets [47] over event-driven process chains [39, 53] and the UML activity diagram [46] to the Business Process Modeling Notation (BPMN) [45]. With the help of these modeling languages it is possible to construct a formal representation of real world processes. These models allow a documentation and communication of as-is business processes as well as to-be definitions of future business processes in software development and business process reorganization projects [30]. They describe the logical sequence of activities, the resulting products and services, the required resources and data, as well as the involved organizational units [42]. These process models can be used e.g. as a basis for decisions on IT investments, reorganizations or the selection and implementation of information systems.

Languages for representing business processes try to avoid the fuzziness of natural language descriptions by more formal process representations. However, the inherent impracticability of mathematical formulations is represented in semi-formal, graphic forms of representation [54]. Fundamental work has been done in the field of graph theory [26]. Based on a given graph, these approaches discuss the identification of structurally equivalent (homomorphism) or synonymous (isomorphism) parts of the given graph in other graphs. However, with a semi-formal specification of business process models (e.g. with the help of event-driven process chains or BPMN process models) an automated model analysis of model elements and models is very difficult in terms of semantic similarity. However, it may be possible to identify patterns in process models on a syntactical level in order to analyze the occurrence of a particular collection of model elements (e.g. the number of different IT systems used as an indicator of media breaks in a process) [50]. Such an automated analysis of business process models could allow a significant cost saving potential in contrast to manual analysis of process models. Nevertheless, today's popular commercial modeling tools provide only a very limited support for the automation of these types of analyses [13, 55]. As a result, researchers come to the conclusion that e.g. banks do not fully

exploit the potential of process analysis compared to the conducted effort they put into process modeling [10].

Business process analysis is a highly relevant area in business process management research [43]. Van der Aalst et al. see business process analysis as an “emerging area” [55] as research still indicates problems in conducting automatic analyses [60]. Formal analysis techniques can deliver important support during BPR efforts [56], but also for benchmarking. Due to the size of process models and their complexity, companies strive for a solution that allows an automatic business process analysis [19]. The value of process modeling can only be uncovered when time-consuming analysis, regarding the discovery of process weaknesses, is performed. According to Drew [23] „a process weakness [...] should be seen as an opportunity to improve a process or to exploit a change for the better.” Therefore, a new approach for automatic analysis and detection of potential process weaknesses (e.g. indicating possible process improvement potentials) in structurally analyzable business process models is suggested in this article.

In systems analysis and design, so-called design patterns are used to describe best-practice solutions for common recurring problems. Common design situations are identified, which can be modeled in various ways. The most desirable solution is identified as a pattern and recommended for further usage. The general idea originates from [1], who argued about patterns in the field of architecture. In IS, patterns are commonly used in system design or workflow modeling. However, in most cases, patterns are not used for matching but for the manual implementation of best practices (for a detailed discussion cf. [8]). Hence, the underlying research question of this article is:

***How should business process patterns be defined that allow for an automatic identification of structural process weaknesses and for process path benchmarking?***

In order to achieve this research aim, a comprehensive case analysis was conducted. As the need for extensively analyzing business processes for multiple purposes is currently of major relevance in the banking sector [31, 22], a case from the banking industry was chosen, in order to evaluate the newly defined structural process weakness patterns. The findings are based on the Semantic Business Process Modeling Language (SBPML) as this process modeling language has been specifically developed to the needs of the financial industry with regard to process modeling and analysis [9]. However, the findings presented here are neither limited to the modeling language nor to the financial sector.

This paper is structured as follows: section 2 introduces the theoretical foundation of the approach. Subsequently, the applied research methodology is discussed along with the issues of method selection, case selection, and data collection and analysis. Following the development and demonstration discussion in section 4 and 5, the implications for theory are reflected and new vistas are suggested for BPM practice in terms of process improvement and benchmarking. The final section contains conclusions.

## 2. THEORETICAL FOUNDATION

Currently business process models are mainly analyzed manually [57]. Especially in smaller organizations, the methodical knowledge of how to collect data about the business processes and how to benchmark process models is often not available [11]. Therefore, external consultants are hired to construct and evaluate models [17, 52]. These consultants, coming from outside of the organization, use their methodical skills to acquire the relevant domain knowledge. By modeling the processes they gain an understanding of the structures, products, and services of the organization. Subsequently, they manually analyze the process models with the objective of identifying potential weaknesses [4, 5, 41] or evaluating the compliance of corporate rules and processes [44]. Furthermore, they try to identify possible risks [33, 38], to assess the overall performance in areas of business objects, material and organizational resources of an organization [41, 7], or reorganize processes, e.g. through implementing ICT-concepts [2, 6].

In recent years four different approaches for the automated analysis of business process models have emerged that are uncoupled with each other [50]:

- *The formal structural approach* for analyzing business process models considers models as graphs. Similarity metrics for graphs have been suggested based on the maximal common sub graph [16] or the graph edit distance [15]. Recent research suggests to apply formal patterns to compare and analyze the formal structure of process models [20; 59]. In the structural approach two business process models are equivalent when they have the same formal structure.
- *The formal behavioral approach* examines the dynamic aspects of process models. The approach comprises multiple, varyingly strong equivalence notions, which rely on the formal execution semantics of the underlying models (e.g. [3, 18, 35, 36, 51]). In general, two business process models are considered equivalent in this approach when both models show an identical behavior during a simulation.
- *The semantic annotation-based approach* has its roots in ontological research and is based on the foundations of conceptual modeling [29, 58]. It addresses the analysis of business process models by offering a common terminological reference point in the form of a domain ontology [27, 37, 54]. Two model elements are identical when they refer to the same ontology element.
- *The modeling language-based approach* is concerned with specifically designed business process modeling grammars that avoid semantic conflicts in the first place [49]. It addresses the problem of deviations by offering language constructs that limit the choices of the model creator. For this purpose, the set of constructs is carefully selected, and restrictive metamodels or grammars are defined. In this approach, two model elements are the same when they have been constructed from the same real world fact.

In this paper, the formal structural approach is addressed since structural patterns for an identification of process weaknesses and hence a comparison and benchmarking of processes and

process path alternatives are proposed for SBPML in line with [59] who propose patterns for flow chart diagrams.

### 3. RESEARCH DESIGN

#### 3.1 Research Propositions

Automatic business process analysis is seen as a relevant research topic [43, 55]. This research aims at contributing to the general body of knowledge on process analysis and at introducing a holistic approach for pattern-based analysis of structural weaknesses in processes. Hence, with the presented formal structural approach the automatic identification of structural weaknesses in business process models is addressed in order to make business process analysis within BPR projects and therefore benchmarking projects more efficient and effective. For doing so, three propositions, which will be addressed throughout this paper, are set up.

##### Proposition 1 – Identifiability of Weaknesses

Recent studies on processes in banking report about media breaks, missing information, competency frictions, etc. [4, 28, 29, 32]. Hence, despite of reorganizations during the last centuries, there are still many weaknesses in business processes from banks. Thus a first proposition (P1) may be stated as that it is possible to identify most of the structural process weaknesses automatically, as long as these can be clearly characterized. Characterizing weaknesses is then the basis for defining weakness types and transferring these weakness types and their characteristics later on (cf. P2) into formalized patterns. The automatic identification and analysis will mean cost reductions due to time and resource savings in the process of analyzing business processes.

##### Proposition 2 – Formalizability of Weaknesses

As a second proposition (P2) it may be proposed that weaknesses can be generalized, with regard to defining different “weakness types”, and thus can be described and formalized with the help of “structural patterns”. Those patterns consist of different elements that describe the characteristics of the given weaknesses and can be used for any process.

##### Proposition 3 – Effectiveness of the Automatic Identification of Formalized Weaknesses

The possibility of identifying and formalizing structural weakness patterns (P1 and P2) are a necessary prerequisite for an automated identification of structural weaknesses in SBPML. In a final step, the last proposition (P3) shall state that the approach is capable of automatically identifying, correctly classifying and analyzing typical weaknesses in business processes on a syntactic level.

#### 3.2 Research Framework and Methodology for Automatic Identification of Structural Process Weaknesses

To prove that the guiding propositions above hold true and thus it is possible to improve business process analysis and benchmarking, we follow a typical design science research approach [34, 47], which begins with a problem identification (as done in section 1). It continues with objectives of a solution

regarding the state of the art (as done in section 2) and gives insights on the research approach used to search for the solution (this current section 3). As a result, this research commences with the development and design of structural weakness patterns for SBPML as an artifact to solve the problem of defining and formalizing weaknesses, and applying these to process models (section 4). In order to demonstrate the usability of the approach, it is applied in a given context (section 5). Finally, the work is supplemented by an evaluation of the artifact and its advantages and limitations (section 6). Finally, a critical recapitulation of the overall research is done, with respect to the research propositions, the contribution made to the existing body of knowledge and an outlook on possible future research (section 7).

### 4. ARTIFACT DEVELOPMENT

#### 4.1 Activity-Based Analysis of Structural Business Process Weaknesses

Systematic evaluation of weaknesses in business process models has not been well-researched in the past, although there is an abundance of literature on business process optimization in general (mostly focusing on the different phases of business process management). Here, many cases can be found, which demonstrate business process optimization of one or more weaknesses, with regard to a certain type of business process optimization solution. This paper does not concentrate on identifying and categorizing all types of different weaknesses in business processes and also does not do this limited to the given domain of banking. The goal of this paper is to find and show a method that is able to identify structural weaknesses in process models automatically.

Van Heen and Reijers differentiate analyses for BPR into qualitative and quantitative analyses [56] of which especially the latter are addressed. While qualitative analyses focus on the question whether a process design meets a specific property (e.g. a bank employee should not be able to also authorize a cash transfer that he has initiated himself), quantitative analyses focus on simulation techniques (allowing for example approximations on how long a customer has to wait in a call center) and analytical techniques (allowing the calculation of the shortest path leading to a successful credit offering). For example, in the context of BPR projects, Desel and Erwin concentrate on performance analyses of business processes (calculating important key indicators such as throughput time) to identify weaknesses [19]. However, performance analyses for identifying possible weaknesses have also had a long tradition of research with previously developed and common approaches like activity-based costing [14].

According to Biazzo, the following four business process analysis approaches for quantitative analyses can be defined [12]: process mapping, coordination analysis, action analysis and social grammar analysis. *Process mapping* refers to process capturing and modeling. It concentrates on constructing the hierarchical-logical structure of processes and then using the identified activities to break these down. As this is not focused on weaknesses, but on the general reconstruction of business processes, process mapping is not discussed further.

*Coordination analysis* supports the analysis of what kind of information actors receive, from whom they receive it, how they receive it, how they process it and to whom they send outputs as a result. From a weakness analysis point of view, coordination analysis can be performed at least partially automatically with the help of many traditional process modeling languages since these languages typically have own constructs for modeling and separating organizational views from a process view and a business objects view. Therefore, this type of weakness analysis will also not be pursued further. *Action analysis* refers to the identification of activities within a given process and an in-depth exploration of the structural conditions, within which the individual activities take place. Complementing action analysis, *social grammar analysis*, according to Biazio, pursues the analysis of a network of activities and the activities' possible sequence order and puts a focus on identifying the lexicon regarding the activities under study [12]. Action analysis and social grammar analysis, focusing on the analysis of activities inside of different business processes, is however a current problem. Previous modeling languages do not make many restrictions regarding the depth and breadth of activities that should be modeled or the naming conventions and the used terms that should be included in business process modeling. Therefore, this article focuses on the automatic analysis of activity-based weaknesses as this remains a known problem with challenges regarding the semantic interpretation of activities.

To analyze weaknesses, different generic activity-based weaknesses in business processes need to be identified upfront. This was done on the basis of studying about 30 business process optimization projects in banks (e.g. Chase Manhattan Bank, ING DiBa, Citibank, Chinatrust Commercial Bank, Commerzbank) and a literature review [4, 28, 31, 32], in which information was gathered from online resources available on the internet (esp. on corporate portals of banks and their investor pages). This led to the conclusion that the introduction of document and workflow management systems, to handle day-to-day business largely electronically to avoid media breaks, the reduction of throughput times and the transformation towards lean processes, as well as industrialization were key drivers for overcoming weaknesses in banks and optimizing large parts of process landscapes in banks.

As not all general weaknesses identified in this project review can be analyzed in depth, using a reasonable amount of research capacity (human resources and time), and since the aim in this article is to demonstrate the general ability of the presented approach for automatically detecting structural weaknesses in process models and locating them, a focus will be kept on a few major types of specific weaknesses, with regard to the weaknesses mentioned above. These will then be used in the further research activities in section 4.2 (artifact development) and section 5 (artifact demonstration). Examples of common weakness types, to be pursued in this paper, are: high process complexity / low standardized processes, possibly redundant activities (such as loops), process fragmentation and organizational breaks.

## 4.2 Formalizing Structural Weakness Patterns in SBPML

The Semantic Business Process Modeling Language (SBPML) is a business domain specific language [9]. Similarly to many other languages such as EPC, it consists of a process view (how is a service delivered?), a business object view (what is processed/produced?), an organizational view (who is involved in the process?) and a resource view (what resources are consumed?). The main constructs of the modeling language are domain-specific process building blocks (PBB). They represent a certain set of activities within an administrative process and apply the vocabulary of the domain. Process building blocks are atomic, have a well-defined level of abstraction and are semantically specified by a domain concept. Examples for process building blocks are "Incoming Document", "Formal Verification of a Document", or "Archive Document", which are further defined by attributes such as "input channel" or "duration". With the help of building blocks, a sequential order of activities, within an administrative process, can be specified that describes the actual sequence of activities performed during one instance of a workflow.

The predefinition of patterns, attributes, and the sequential order restrict the degrees of freedom of the modeler and simultaneously promote the construction of structurally comparable models. As many processes are quite complex and run through several different organizational units, it is possible to define sub-processes that are conducted by just one employee. However, the strict sequence does not allow for intersections. As a solution, SBPML allows either the modeling of process variants that define an alternative sequence within a sub-process or the annotation of attributes that can be used to specify different cases with percentage values. Furthermore, an anchor allows for establishing connections between process building blocks in different sub-processes and variants to enable parallel process structures. For a further introduction to the modeling concept see [9]. A detailed insight is not necessary for this article as the language only serves as an example for structural weakness analysis using a BPM language.

To systematically derive process weaknesses that can be formalized, each language element of SBPML was analyzed, according to its application in a business process modeling project in a bank. The elements used were the following:

- (core) processes: which represent end-to-end processes from the beginning of a customer or business department request until this request has been fully dealt with (e.g. responded to or taken note of)
- support processes: which are similar to core processes or a sub processes, but have the characteristic that they are "used" by multiple other core processes that usually send information to these support process and can also require a feedback from these support processes before continuing with their sequence of activities
- sub process bundles: referring to groups of sub processes of the same core process and that would represent relatively autarkic economic services and could be offered as stand-alone services to other businesses

- sub processes: which provide different levels of abstraction within the process models, as well as reduce the level of complexity and thus increase process model comprehension
- sub process variants: that describe the different, but very similar alternative activities that a sub process can have, due to a prior decision that was made in the previous process path
- process building blocks (PBB): representing the actual activities that employees perform
- control flows: to describe the sequence in which the activities (PBB) are performed
- organizational units: which are responsible for certain sub processes and that can be characterized by job position types (e.g. credit specialist) and the corresponding employees
- external partners: that can either be customers, business companies or governmental institutions and can also execute certain sub processes, for which the bank can have a responsibility
- activity operators: that define organizational units, job position types and employees, or customers that execute activities (PBB) in a specific sub process and are different from the organizational unit that is predefined as the “standard executing” organizational unit for a sub process
- resource types: defining different categories of resources (e.g. IT hardware vs. IT software)
- resources: representing the actual resources used in an activity (PBB)
- business objects: referring to information, documents or material objects that are processed within each activity (PBB)

All of these elements were analyzed together with experts from a bank, a business consultancy and several BPM researchers to systematically derive possible process weaknesses that the elements could indicate. Just by focusing on single elements it was already possible to describe situations, in which certain elements would indicate a process weakness or optimization potential. For example, many departments, participating in one process, may be an indicator for process inefficiencies. In addition, by focusing on multiple elements that could be connected to each other within a process model, it was possible to define further approaches to systematizing process weaknesses. For example, many process activities (PBB) supported by different resources may indicate a high and non-standardized resource consumption. Thus, it was possible to formalize process weaknesses on the basis of the elements that the SBPML notation offered and it was also possible to derive quantitative key indicators for possible process weaknesses from the structural patterns. For example, a key indicator was defined for evaluating if a certain process path was good or not by automatically counting the number of activities along the different sub processes that a certain process path had. In addition, the number of organizational breaks, which a process or even a certain path within the process had, could be defined by counting the number of different organizational units involved in a process. This basic approach allows for benchmarking the same processes done differently in different banks or even only branches with the help of quantitative key indicators for process weaknesses. In addition, it was recognized that by only analyzing

possible paths, which a process instance could take throughout a process model, a “benchmark” path could be defined that would depict the best possible path for the bank with minimal process weaknesses as opposed to other alternative process paths. For example, other process path alternatives would have more decisions, more tasks and maybe even an undesirable end event for example. To demonstrate the potentials of the developed approach, a close cooperation was conducted with BPM experts from a well-known German bank, as described in the following.

## 5. ARTIFACT DEMONSTRATION

### 5.1 Background Information on Underlying Banking Case

To demonstrate the applicability of the formalized patterns for analyzing weaknesses in business processes, an extensive case study was done together with a bank. A banking partner was sought, whose daily business would be the most frequently studied banking business processes in the literature, i.e. the credit process, as this would also generally be similar and thus relevant to many other banks. The selected bank partner for the demonstration case was a bank, which operated only a single product – namely consumer credits. The bank provided credits for over 900 banks in Germany and Austria, while at the same time also operating over 60 subsidiary shops in different cities, which only offered its credit product. It employed more than 1,000 people in 2008, who together as a bank served 443,000 customers, totaling a credit volume of 4.9 billion Euros.

The bank followed the paradigm of continuous process improvement throughout the entire process landscape and thus had its own professional business process management team, which was responsible for the entire process management cycle (process strategy, process design, process implementation and execution and process monitoring). It had recently shifted the focus of its process modeling effort from highly detailed and fragmented process models to complete and less granular, but end-to-end process models. Therefore, the credit application process was analyzed from an end-to-end perspective (meaning the entire process once the credit application would be turned in to the bank by a customer via postal mail until the bank would have finally rejected the credit application or made a credit offer and thus successfully closed the initial credit application case for a customer) regarding possible structural process weaknesses. For the demonstration, the details of the process model will be briefly described in the following.

### 5.2 Exemplary Process Model

The process model, which was chosen for the demonstration case, depicted the “credit application via postal mail” process. It included the complete activities starting from when a credit application (originally received via postal mail) entered the bank’s production department, went through several credit scoring phases until a final decision was yielded and returned to the credit applicant. The details of the process model will be briefly described as follows.

Typically, the credit order arrives by postal service, is then scanned by an external service company and then available in the document management system of the bank. It arrives in the

production department once the contractor sends an electronic message to the bank's workflow management system, triggering the further production process, to start the credit process. At first, bank employees will have to search for the customer in their database. It may either be that they will identify the customer as an existing customer and will have his documents at hand or not or that they will have to register the new customer first. In addition, a second credit applicant may have applied together with the first credit applicant (i.e. married couple) so that the production department employee will also have to collect this data. After data completion the customer's data needs to be approved in order to decide for an initial credit approval step. The approval can be done by also taking data from an external credit rating agency regarding the creditworthiness of the client or without this check if the client has disapproved this check beforehand. If the first approval check is positive (green) or semi-positive (gray) the bank will check further documents such as the income statement or further obligations. It does this in a second step to avoid unnecessary work since a good share of the credit applicants already fails this first simple credit approval step. In any other case (red decision), the credit order will be rejected immediately and archived. Once the first approval step has been successful (green) or semi-successful (gray) the second credit decision will be done.

The second credit decision will again lead to a positive (green), semi-positive (gray) and negative (red) decisions. It is also possible that a second decision will be postponed due to missing documents. In that case additional documents need to be supplied before a final decision can be made. Again, a negative decision will lead to a credit order rejection. A positive decision will lead to the creation of a credit offer. The credit process can be gray due to contentual or technical problems. Contentual problems can be any problems due to inconsistencies in the data the customer has supplied and need to be settled directly with the client and possibly also the credit rating agency. Errors will be corrected and a final credit decision will be initiated again that can again result in a green, grey or red decision. Technical problems can be for example if there is a problem with the IT system so that the second approval has to be performed again. Once all problems are solved and the client is rated to be creditworthy a credit offer will be released. If, however, the second credit approval phase results in a red decision an additional fraud check is made. If the fraud check turns out to be positive both the legal department and even the police are contacted immediately, before the credit is rejected. If a credit fraud could not be detected the credit applicant will only be rejected.

After several expert interviews with employees from the production department, which were executing and also managing this process in the bank, the final process model was derived together with two experts from the BPM department of the bank.

### 5.3 Application of Structural Patterns for Automatic Identification of Structural Weaknesses

To apply and evaluate the approach of automatically identifying structural process weaknesses, we developed a prototypical implementation on the basis of an existing meta modeling tool

from a previous research project [21]. This meta modeling tool was capable of defining non-domain-specific general process modeling languages and was adjusted to also be capable of defining the domain-specific SBPML process modeling language. We then defined the SBPML language using this meta modeling tool and were then also able to model our sample credit application process, using our predefined SBPML notation.

For analysis purpose, the meta modeling tool also already had a built-in analysis component in terms of a plugin that could be used to define patterns related to a predefined process modeling language [21]. For example the existence of certain elements like an organizational unit and an activity in a process graph could be formally defined as a pattern and it was possible to match the patterns on the basis of a given process model. Thus, we used the pattern definition scheme of this analysis component to formally define the process weakness indicators, depicted in Table 1. Along with the pattern definition functionality we used the pattern matching functionality of the analysis component [21] to count the occurrences of process weakness patterns in our given process model.

We discovered that it was possible to automatically detect various process fragments that had the possibility for a process improvement, by using our predefined process weakness patterns. For example, several cases, where several different resources (e.g. IT applications) were used in parallel, were detected that were not yet synchronized regarding data exchange. In addition, many quantitative key indicators for benchmarking the process with other banks or just benchmarking certain paths with each other within this one process were detected. The most challenging, but also most interesting benchmarking and weakness analyses were the result of a combination of several analysis possibilities including path analysis. For example, it is possible to detect the "optimal" process path that includes the least number of decisions, the least number of activities and leads to a desirable outcome for the bank.

In Table 1, the quantitative key indicator values are presented for the process under evaluation, along with triggers to indicate, which value may be interpreted as a (possible) weakness or not. More key indicators to benchmark or evaluate business process models can be developed by combining these simple indicators with each other to form relative instead of absolute quantitative key indicators. In addition, more quantitative key indicators can be derived on a "per path" and even "path type" (desirable path, optimal path etc.) basis, when different paths are to be compared automatically to detect possibly unnecessary activities or activities, which should be avoided. For the analysis of the credit application process model, all information that was available from the existing process model was used to calculate the different values.

These identified potential process weaknesses were then discussed with officials from the production department and BPM department of the bank as well with a major German consultancy, which was specialized in analyzing and optimizing business processes in banks. Most of these potential weaknesses could be verified to be actual process weaknesses. However, the triggers were suggested to be set to less extreme values for the identification of potential process weaknesses in future process analysis endeavors. In addition, the bank suggested to

concentrate on selected indicators and not analyze all indicators at the same time, depending upon the type of optimization project to be accomplished (e.g. reorganization of processes with regard to the people involved in certain processes versus the reduction and integration of IT systems, databases and other resources). This was due to the fact that the bank planned on using this automatic discovery approach in the future not just for analyzing a single process model, but for analyzing a larger set of multiple business processes or even the entire process landscape at the same time. By defining more liberal triggers and selectively applying the analysis indicators, the bank wanted to discover only the most promising processes for potential process optimization projects. Especially, it was realized that it would often not be possible to improve on all indicators for a certain process at the same time, but usually a tradeoff would be necessary for improving a process with regard to one or several indicators, while staying the same or even getting (a little) less good results on the remaining indicators after a completed process optimization project.

## **6. ARTIFACT EVALUATION – DISCUSSION OF FINDINGS AND LIMITATIONS**

The example provides evidence, that it is possible to automatically identify structural process weaknesses and compare process paths in terms of benchmarking. Within this research project with external partners from consulting and banking, various structural weakness patterns were identified based on SBPML element occurrences and it was possible to establish a holistic approach for a pattern-based analysis of processes. As such, it was possible to automatically identify process weaknesses (proposition P1). It was also possible to define different weakness types with a different complexity and structural depth (proposition P2). The article provides general evidence that it is possible to define such structural weakness patterns and will offer a list of patterns. However, it was not possible to define an exhaustive list of structural patterns in this article, as there will always be new analysis contexts. Furthermore, it seems to be possible to transfer the introduced concept of structural process weakness patterns to other modeling languages that may offer additional possibilities for weakness patterns and quantitative key indicators.



**Table 1: Excerpt of Key Indicators for Structural Process Weaknesses in Credit Application Process**

Involved SBPML Language Element	Quantitative Key Indicator for Process Weakness		Reason for Indicator	Trigger	Value in Process	Potential Weakness
(Core) Process	Number of core processes per business unit		Indicate high complexity of possibly non-standardized multitude of services offered	>1	1	No
Support Process	Number of support processes per business unit			>1	0	No
Sub Process Bundle	Number of sub process bundles per process			>1	1	No
Sub Process	Number of sub processes per process		Indicates complex and lengthy processes	>1	9	Yes
Sub Process Variant	Number of sub process variants per sub process		Indicate many paths (maybe non-standardized and including many exception handling paths that should be avoided)	>1	1 (5x); 2 (3x); 3 (1x)	No; Yes; Yes
	Average number of sub process variants per sub process in a process			>1	1,555	Yes
Process Building Block	Number of PBB per sub process variant		Indicate lengthy processes	>1	1 – 6	No – Yes
	Average number of PBB per sub process variant in a sub process			>1	>1	No – Yes
	Number of PBB per path in a process			>2	>2	Yes
	Average number of PBB per path in a process			>2	>2	Yes
Control Flow	Number of paths per process		Indicates many possible path variants, which may be costly as they may not lead to desirable end event	>1	>1	Yes
	Number of loops per process		Indicates that tasks are done again and again and in the worst case never ending, which is very costly	>0	0	No
	Number of paths leading to desirable process end		Indicates that there are paths, which may not be as efficient or cost-saving as other paths to achieve a desired end event	≠1	>1	Yes
	Number of paths leading to undesirable process end		Indicates that there are many variants, which produce costs, but nevertheless lead to an undesired end event	>0	>0	Yes
Organizational Unit	Number of organizational units participating in a process path		Indicates competency and know-how sharing, process fragmentation and lengthy processes	>1	1 – 2	No – Yes
	Average number of organizational units participating per process path in a process			>1	>1	Yes
	Number of switches between organizational units in a process path			>0	0 – 2	No – Yes
	Average number of switches between organizational units per process path in a process			>0	>0	Yes
	Number of multiple switches between two organizational units in either direction per process path			>0	0 – 2	No – Yes
	Average number of multiple switches between two organizational units in either direction per process path in a process			>0	>0	Yes
External Partner	[similar to organizational unit key indicators]					
Activity Operator	[similar to organizational unit key indicators]					
Resource Type	Number of resource types used in a PBB		Indicate possibly high resource consumption and maybe even resource waste	>0	>0	Yes
	Average number of resource types used per PBB			>0	>0	Yes
	Number of resource types used in a sub process variant			>0	>0	Yes
	Average number of resource types used per sub process variant in a sub process			>0	>0	Yes
	Number of resource types used per path in a process			>0	>0	Yes
	Average number of resource types used per path in a process			>0	>0	Yes
Resource	[similar to resource type key indicators]					
Business Object	[similar to resource type key indicators]					

The possibility of identifying and formalizing structural weakness patterns is necessary for effectively automating the identification of weak process structures and for benchmarking. Automatically identifying potential weaknesses with the help of quantitative key indicators offers an effective possibility of analysis (proposition P3). However, a subsequent manual crosscheck is necessary to ensure semantically correct results as the automatic detection only provides “potential” weaknesses but not necessarily “real” weaknesses. Nevertheless, the automatic (pre-)analysis can unburden modeling experts and process owners in their struggle of improving the processes very much.

Reflecting the approach of pattern-based business process analysis, at least two main limitations should be discussed for further research: The pattern-based approach depends upon how well structural weakness patterns are defined and formalized. Identified problems remain “potential” weaknesses until a manual analysis reveals that the identified potential weaknesses are actually real weaknesses or not weaknesses, e.g. due to law regulations. Although the approach can be refined iteratively through empirical evaluation, this depends on the given input for the algorithm. Generally speaking, it is best to characterize weaknesses with as much detail as possible and also to formalize as many of these characteristics. Following the actual set of structural weakness patterns, this also means defining more complex weakness patterns (e.g. combining several elements of a process modeling language to a complex pattern) in a next evaluation step compared to using simple patterns (e.g. patterns that are made of only one or very elements of a process modeling language) to increase effectiveness (precision) of the presented approach. This will help to find more complex and thus more hidden potentials automatically through defining process-spanning weakness patterns in combination with more complex pattern combinations.

So far, this article has only concentrated on structural weakness patterns. Hence, only syntactic elements of the SBPML notation were at the core focus. Regarding the inherent semantics of the language, it is also possible to automatically identify semantic weaknesses (e.g. information deficits, media breaks that can only be uncovered when an algorithm understands the actual semantics of a process model and thus the real world fact that is actually depicted in a process model). The identification of such patterns especially depends upon how well and formalized (e.g. using a standard vocabulary) the processes have been documented. However, this is not part of this research contribution.

Going into more detail, there are further limitations of the presented automatic structural weakness identification approach. For example, in this article only one complex and large business process model with various sub processes and a limited set of weakness patterns was analyzed, so that the results can just be seen as a first indicator of the potential of this approach for weakness analysis.

## 7. CONCLUSION

With respect to this article’s contribution to the body of knowledge, design research was conducted according to the design research guidelines, defined by Hevner et al. [34], by creating an innovative and purposeful artifact for a pattern-based automated analysis of structural weaknesses in business process

models. By developing, applying and evaluating the approach, a research artifact was provided through the application of a rigorous design science research cycle. By applying the approach in practice, it turned out that the modeling and especially automated analysis approach is highly relevant to the domain of banking and offers much potential for the identification of structural weaknesses and hence for improvements in banking processes. The approach allows a flexible, fast and automatic evaluation of SBPML models, based on identified weakness patterns, not only by modeling experts, but also by decision makers.

Thus, it was possible to use the advances in business process modeling languages to combine and formalize traditional approaches to business process analysis and extend these to in-depth process and activity-based analysis. However, as argued with respect to the limitations, the methodology for business process analysis is only as good as the people who use it and it significantly depends upon the careful definition and interpretation of structural weakness patterns. In addition, this approach is arguably not limited to the financial sector only, but may well also be applied to process models from different industries.

The approach is not limited to the used SBPML notation but can also be adapted and used in combination with other process modeling languages. Furthermore, more complex languages may allow for a more sophisticated analysis, since more elements or element combinations can be used for identifying quantitative key indicators. As a result, this article has provided a valuable research contribution for benchmarking and weakness identification. Nevertheless, future research in the area of how to define weakness patterns with as much detail as possible is suggested. In addition, research on creating a detailed taxonomy of the different types of structural weaknesses, which are to be found in business processes of banks and even in general in different industries, is recommended. Finally, research on applying the enhanced business process analysis methodology in the context of more cases, different industries and even different process modeling languages is recommended to prove the generality that is assumed in this approach. Giving an outlook on what more potential the idea of automatically identifying structural weaknesses in processes has, it also seems to be imaginable that it can be possible to automatically suggest reorganization patterns / alternatives for improving identified weaknesses to a certain extent.

## 8. ACKNOWLEDGEMENTS

This paper was written in the context of the research project IMPROVABLE, which has been conducted by the European Research Center for Information Systems at the University of Muenster. It was generously supported by the DZ BANK Foundation. We also kindly thank our German partner bank, which continuously supported this industry-academic research collaboration scheme.

## 9. REFERENCES

- [1] Alexander, C. (1977) A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. Oxford University Press, USA.

- [2] Arendsen, R.; van Engers, T. and Schurink, W. (2008) Adoption of High Impact Governmental eServices: Seduce or Enforce?. In: Proceedings of the 7th International Conference on Electronic Government (EGOV 2008), Turin, Italy, pp. 73-84.
- [3] Arnold, A. (1993) Verification and comparison of transition systems. In: Proceedings of the 4th International Joint Conference on Theory and Practice of Software Development (TAPSOFT 1993), Orsay, France, pp. 121-135.
- [4] Baacke, L.; Becker, J.; Bergener, P.; Fitterer, R.; Greiner, U.; Stroh, F.; Räckers, M. and Rohner, P. (2009) Enabling Integration and Optimization of Government Processes With Cross-Functional ICT. In: Weerakkody, V.; Janssen, M.; Dwivedi, Y.K. (ed) Handbook of Research on ICT-Enabled Transformational Government: A Global Perspective. Hershey, NY, pp.117-139.
- [5] Becker, J.; Algermissen, L.; Falk, T.; Pfeiffer, D. and Fuchs, P. (2006) Model based identification and measurement of reorganization potential in public administrations: the PICTURE-approach. In: Proceedings of the 10th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS 2006), Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 860-875.
- [6] Becker, J.; Bergener, P.; Kleist, S.; Pfeiffer, D. and Räckers, M. (2008) Evaluation of ICT Investments in Public Administrations based on Business Process Models. Lecture Notes in Computer Science, Electronic Government Vol. 5184, pp. 124-135.
- [7] Becker, J.; Bergener, P. and Räckers, M. (2009a) Business Process Assessment and Evaluation in Public Administrations using Activity-Based Costing. In: Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2009), San Francisco, California.
- [8] Becker, J.; Delfmann, P.; Herwig, S. and Lis, L. (2009b) A Generic Set Theory-based Pattern Matching Approach for the Analysis of Conceptual Models. In: Proceedings of the 28th International Conference on Conceptual Modeling (ER 2009), Lecture Notes in Computer Science, Gramado, Brazil, pp. 41-54.
- [9] Becker, J.; Thome, I.; Weiß, B.; Winkelmann, A. (2010) Constructing a Semantic Business Process Modelling Language for the Banking Sector – An Evolutionary Dyadic Design Science Approach. In: Enterprise Modelling and Information Systems Architectures, 5 (1), S. 4-25.
- [10] Becker, J.; Weiß, B. and Winkelmann, A. (2010) Utility vs. Efforts of Business Process Modeling in the Banking Sector – An Exploratory Survey. In: Proceedings of the 5th Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2010), Göttingen, Germany.
- [11] Benamou, N. (2005) Bringing eGovernment Interoperability to Local Governments in Europe. European Rev. Political Technology, (3), pp. 8-14.
- [12] Biazio, S. (2000) Approaches to business process analysis: a review. In: Business Process Management Journal, 6 (2), pp. 99-112.
- [13] Blechar, M.J. (2007) Magic quadrant for business process analysis tools. In: Gartner RAS Core Research Note G00148777. Gartner, Inc., Stamford.
- [14] Brown, R.E.; Myring, M.J. and Gard, C.G. (1999) Activity-Based Costing in Government: Possibilities and Pitfalls. Public Budgeting and Finance, 19 (2), pp. 3-21.
- [15] Bunke, H. (1997) On a relation between graph edit distance and maximum common subgraph. Pattern Recognition Letters, 18 (9), pp. 689-694.
- [16] Bunke, H. and Shearer, K. (1998) A graph distance metric based on the maximal common subgraph. Pattern Recognition Letters, 19 (3/4), pp. 255-259.
- [17] Davenport, T.H. and Short, J. E. (1990) The new industrial engineering: information technology and business process redesign. Sloan Management Review 31, pp. 11-27.
- [18] de Medeiros, A.K.A.; van der Aalst, W.M.P. and Weijters, A.J.M.M. (2008) Quantifying process equivalence based on observed behavior. Data Knowledge Engineering, 64 (1), pp. 55-74.
- [19] Desel, J. And Erwin, T. (2000) Modeling, Simulation and Analysis of Business Processes. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1806, pp. 129-141.
- [20] Delfmann, P.; Herwig, S.; Lis, L. and Stein, A. (2009) Pattern Matching in Conceptual Models – A Formal Multi-Modelling Language Approach. In: Proceedings of the 3rd International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2009). Lecture Notes in Informatics, Ulm, Germany, 2009, pp. 13-26.
- [21] Delfmann, P.; Herwig, S.; Lis, L.; Stein, A.; Tent, K. and Becker, J. 2010. Pattern Specification and Matching in Conceptual Models. A Generic Approach Based on Set Operations. Enterprise Modelling and Information Systems Architectures 5 (3), in press.
- [22] Drake, L.; Hall, M. and Simper, R. (2009) Bank modelling methodologies: A comparative non-parametric analysis of efficiency in the Japanese banking sector. Journal of International Financial Markets, Institutions, Money, 19 (1), pp. 1-15.
- [23] Drew, M. (2007) Information risk management and compliance – Expect the unexpected. BT Technology Journal, 25 (1), pp. 19-29.
- [24] Dumas, M.; van der Aalst, W.M.P. and ter Hofstede, A.H.M. (2005) Process-aware IS: Bridging People and Software through Process Technology. Wiley, New Jersey.
- [25] Fryman, M. A. (2002) Quality and Process Improvement. Delmar Thompson Learning, New York.
- [26] Gori, M.; Maggini, M. and Sarti, L. (2005) The RW2 algorithm for exact graph matching. In: Singh, S.; Singh, M.; Apté, C. and Perner, P. (ed) Proceedings of the 4th International Conference on Advances in Pattern Recognition (ICAPR 2005), Bath, UK, pp. 81-88.
- [27] Gromoff, A.I. (2008) Improving Business Processes Based on Content Analysis (in Russian). Information Technology, 3, pp. 12-17.
- [28] Gromoff, A.I. (2009) Logical Analysis of Faulty Processes (in Russian). State University – Higher School of Economics, Moscow.

- [29] Guizzardi, G.; Pires, L.F. and van Sinderen, M.J. (2002) On the role of domain ontologies in the design of domain-specific visual modeling languages. In: Proceedings of the 2nd Workshop on Domain-Specific Visual Languages at the 17th Annual ACM Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages and Applications (OOPSLA 2002), Seattle, USA, pp. 1-14.
- [30] Hammer, J. and Champy, M. A. (1992) What is Reengineering? Information Week 1992-05-05, pp. 10-24.
- [31] Harmon, P. and Wolf, C. (2008) The State of Business Process Management. BPTrends, February.
- [32] Heckl, D. (2007) Steuerung von Kreditprozessen. ProcessLab-Studie, Frankfurt.
- [33] Herrmann, P. and Herrmann, G. (2006) Security requirement analysis of business processes. Electronic Commerce Research 6 (3/4), pp. 305-335.
- [34] Hevner, A.R.; March, S.T.; Park, J. and Ram, S. (2004) Design Science in Information Systems Research, MIS Quarterly 28 (1), pp. 75-105.
- [35] Hidders, J.; Dumas, M.; van der Aalst, W.M.P.; ter Hofstede, A.H.M. and Verelst, J. (2005) When are two workflows the same? In: Proceedings of the 11th Australasian Symposium on Theory of Computing (CATS 2005), Newcastle, Australia, pp. 3-11.
- [36] Hirshfeld, Y. (1993) Petri nets and the equivalence problem. In: Proceedings of the 7th Workshop on Computer Science Logic (CSL 1993), Swansea, United Kingdom, pp. 165-174.
- [37] Höfferer, P. (2007) Achieving business process model interoperability using metamodels and ontologies. In: Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems (ECIS 2007), St. Gallen, Switzerland, pp. 1620-1631.
- [38] Jallow, A.K.; Majeed, B.; Vergidis, K.; Tiwari, A.; and Roy, R. (2006) Operational risk analysis in business processes. BT Technology Journal, 25 (1), pp. 168-177.
- [39] Keller, G.; Nüttgens, M. and Scheer, A.-W. (1992) Semantische Prozessmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK). In: Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, No. 89, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Germany.
- [40] Kueng, P. (2000) Process performance measurement system: a tool to support process-based organizations. Total Quality Management, 11 (1), pp. 67-85.
- [41] Kusiak, A.; Larson, T.N. and Wang, J.R. (1994) Reengineering of design and manufacturing processes. Computers and Industrial Engineering, 26 (3), pp. 521-536.
- [42] Lindsay, A.; Downs, D. and Lunn, K. (2003) Business processes: attempts to find a definition. Information and Software Technology, 45 (1), pp. 1015-1019.
- [43] Mayer, R.J.; Benjamin, P.C.; Caraway, B.E. and Painter, M.K. (1998) A Framework and a Suite of Methods for Business Process Reengineering. In: Grover, V.; Kettinger, W. (ed) Business Process Change: Reengineering Concepts, Methods and Technologies. Idea Group Publishing, Harrisburg, pp. 245-290.
- [44] Namiri, K. and Stojanovic, N. (2007) Pattern-based design and validation of business process compliance. In: Proceedings of the 15th International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS 2007), Vilamoura, Portugal, pp. 59-76.
- [45] Object Management Group (2006) BPMN Final Adopted Specification 1.0, 2006. [http://www.bpmn.org/Documents/BPMN\\_1-1\\_Specification.pdf](http://www.bpmn.org/Documents/BPMN_1-1_Specification.pdf). Accessed 28 February April 2010.
- [46] Object Management Group (2004) UML 2.0 Superstructure Specification, 2004. <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/05-07-04>. Accessed 28 February 2010.
- [47] Peffers, K.; Tuunanen, T.; Rothenberger, M.A. and Chatterjee, S. (2007) A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems, 24, pp. 45-77.
- [48] Petri, C.A. (1962) Kommunikation mit Automaten. Mathematisches Institut der Universität Bonn, Bonn, Germany.
- [49] Pfeiffer, D. (2007) Constructing comparable conceptual models with domain specific languages. In: Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems (ECIS 2007), St. Gallen, Switzerland, pp. 876-888.
- [50] Pfeiffer, D. (2008) Semantic business process analysis: building block-based construction of automatically analyzable business process models. Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- [51] Pomello, L.; Rozenberg, G. and Simone, C. (1992) A survey of equivalence notions for net based systems. In: Advances in Petri nets: the DEMON project. Springer, London, pp. 410-472.
- [52] Rosemann, M. (2007) Preparation of process modeling. In: Becker, J., Kugeler, M. and Rosemann, M. (ed) Process management: a guide for the design of business processes, 2nd edn. Springer, Berlin, pp. 41-78.
- [53] Scheer, A.-W. (2000) ARIS – Business Process Modeling. Springer, Heidelberg.
- [54] Thomas, O.; Fellmann, M. (2007) Semantic Business Process Management: Ontology-Based Process Modeling Using Event-Driven Process Chains. International Journal of Interoperability in Business Information Systems, 2 (1), pp. 29-44.
- [55] van der Aalst, W.M.P.; ter Hofstede, A.H.M. and Weske, M. (2003) Business Process Management: A Survey. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2678, pp. 1-12.
- [56] van Hee, K.M. and Reijers, H.A. (2000) Using Formal Analysis Techniques in Business Process Redesign. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1806, pp. 142-160.
- [57] Vergidis, K.; Tiwari, A.; Majeed, B. and Roy, R. (2007) Optimisation of business process designs: An algorithmic approach with multiple objectives. International Journal of Production Economics, 109 (1/2), pp. 105-121.
- [58] Wand, Y. and Weber, R. (1990) An ontological model of an information system. IEEE Transactions on Software Engineering, 16 (11), pp. 1282-1292.

[59] Winkelmann, A. and Weiß, B. (2011): Automatic Identification of Structural Process Weaknesses in Flow Chart Diagrams. In: Business Process Management Journal, accepted for publication.

[60] Yu, B. and Wright, D.T. (1997) Software tools supporting business process analysis and modeling. Business Process Management Journal, 3 (2), pp. 133-150.

[61] Zairi, M. (1997). Business Process Management: A Boundaryless Approach to Modern Competitiveness. Business Process Management Journal, 3 (1), 64-80.

# The Impact of a Millisecond: Measuring Latency Effects in Securities Trading

Bartholomäus Ende

E-Finance Lab  
Grüneburgplatz 1  
60323 Frankfurt, Germany  
+49 (0)69 798 33853

ende@wiwi.uni-frankfurt.de

Tim Uhle

Goethe University Frankfurt  
Grüneburgplatz 1  
60323 Frankfurt, Germany  
+49 (0)69 798 33864

tuhle@wiwi.uni-frankfurt.de

Moritz C. Weber

Goethe University Frankfurt  
Grüneburgplatz 1  
60323 Frankfurt, Germany  
+49 (0)69 798 33854

moweber@wiwi.uni-frankfurt.de

## ABSTRACT

In the course of technological evolution security markets offer low-latency access to their customers. Although latency figures are used as marketing instruments, only little research sheds light on the means of those figures. This paper provides a performance measure on the effect of latency in the context of the competitive advantage of IT. Based on a historical dataset of Deutsche Börse's electronic trading system Xetra an empirical analysis is applied. That way we quantify and qualify the impact of latency from a customer's point of view.

## Keywords

Securities Trading, Latency, Error Rate Estimation, Performance Measurement.

## 1. INTRODUCTION

Competition among European exchanges has been significantly fueled: in November 2007 the *Markets in Financial Instruments Directive* (MiFID) became effective. With MiFID the European Commission aimed at fostering competition and at increasing transparency in securities trading. Before this date, trading was concentrated at national exchanges in Europe [1] which faced nearly no national competitors.

MiFID enabled the entry of new competitors for traditional exchanges. Increasing trading volumes [2] of these so called Multilateral Trading Facilities (MTF) force exchange operators to focus more on the needs of their customers (market participants): these are retail and institutional investors. Market operators aim at attracting customers on their trading systems. On top of different pricing schemes they compete through special services such as low latency access. That way they account for the fact that “[l]atency is one of the major issues in today's trading business” [3, p. 1].

In general trading can be defined as the act of transferring an investment decisions into actual portfolio positions. Thereby sophisticated trading plans for the slicing and timing of individual orders as well as their precise realization are imperative success factors for exchange customers [4]. On the one hand portfolio turnovers often require the simultaneous coordination of transactions in multiple instruments to minimize implementation risks. On the other hand execution performance is evaluated by benchmarks based on market prices available at the time of the investment decision or during the time span for entering or closing the targeted position. Thus a successful market participant (trader) is supposed to “*sense a market, spot pricing discrepancies, and make lightning-fast decisions*” [1, p. 60].

Concerning these requirements for fast reactions, market setups based solely on manual trading floors are restricted mainly by human traders' limited capacity of reaction and perception. For such markets latencies, i.e. the time which elapses from the emergence of a new trade opportunity and the actual order arrival at the market, correspond to multiple seconds. The reduction of this time period by employing IT is said to exhibit positive effects already since the 1980s [5].

Among other efficiency improvements triggered by IT the most notable has been the shift from floor trading to electronic trading systems [6, 7]. The electronification of market venues in Europe, i.e. exchange trading systems like Xetra (Deutsche Börse), SETS (London Stock Exchange) or NSC (Euronext France) took place in the late 1990s and enabled market participants to access electronic order books<sup>1</sup> via remote access without the need for physical presence on an exchange floor [1]. This so called Direct Market Access allows straight through processing for accessing securities markets which reduces the necessity of media breaks and manual human interventions [8]. Beyond these benefits it enables algorithmic trading engines which simulate order placing strategies of human traders to enter or close portfolio positions. A typical example is to reach the Volume Weighted Average Price (VWAP) when buying or selling an instrument.

---

<sup>1</sup> A list of buy and sell orders for a specific instrument sorted by price/time priority. Each update might change its structure, i.e. the included price limits and their respective volumes.

Deutsche Börse reports 45 % of transactions on Xetra to originate from algorithms in Q1/2009 and to be still increasing [9]. The rationale for the success of algorithmic trading is plentiful: firstly, algorithms allow overall cost savings in comparison to human brokers [10]. Secondly, they break human limitations and thus allow permanent surveillance of outstanding orders. This capability allows algorithms to readjust their trading decisions “immediately” to changing market conditions – i.e. retain their unexecuted orders at best market prices (top of the book) [11]. Besides, algorithms have been proven to substantially improve market liquidity, though the effects of HFT on welfare are ambiguous [12]. I.e. they post passive limit orders and thus provide trade opportunities to potential counterparties in times when they are scarce.

Institutional investors which generate most trading volume [1] exhibit an increasing need for algorithmic trading. Therefore their trading needs became the focus of market operators which have entered an arms race for low latencies [13]. Typically they offer so called co-location or proximity services: here the latency to send orders from the clients’ office location is eliminated by hosting these clients’ trading algorithms on servers nearby the marketplace’s system. Table 1 depicts exemplary latencies from October 2008 used in promotion by the MTF Chi-X Europe.

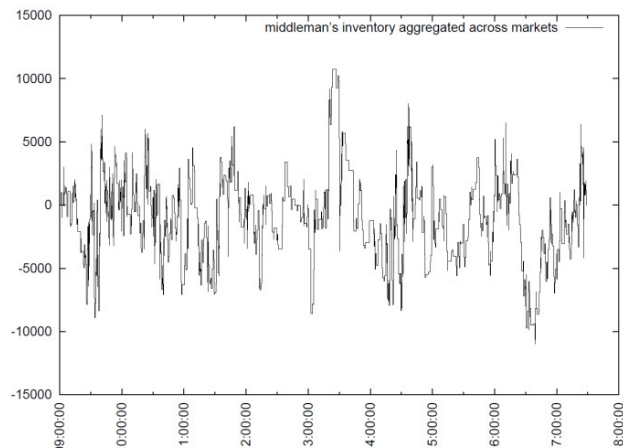
**Table 1. Latencies for Direct Market Access from [14]**

Market Place	Average Latency [ms]
Chi-X Europe	0.4 (co-located)
London Stock Exchange	< 6
Euronext	13
Deutsche Börse	37
OMX	43

Additional to algorithmic trading, which is designed to enter or close stock position based on the decisions from portfolio management, the electronification of trading paved the way for another kind of quantitative trading strategy [15]: so called high-frequency traders (HFT) basically aim at taking advantage from short-timed market inefficiencies. In this respect HFT trades are triggered by computer systems as immediate reactions to changing market conditions. That way they perform a vast number of trades with relatively low profits. The price discrepancies HFT strategies are based on are only restricted to leave a gain over after trading costs. According to [16] HFT margins in the US are as low as 0.1 cent per share (cps) after trading costs while typical brokerage services amount to 1-5 cps [16].

Another distinctive feature of the high monetary turnovers of HFTs is their short position holding times: typically not more than hours or even just seconds. On top, over-night positions are avoided. A typical evolution of the cumulated inventory changes of a HFT acting as a market-maker or middleman at the MTF Chi-X Europe as well as Euronext simultaneously is depicted in Figure 1. Similar to a classical money changer market-making is designed to earn the price difference from buy (bid) and sell (ask) price differences. Therefore a HFT following a market-making strategy will try to have a limit at the best prevailing prices on both sides of the order book.

Altogether HFT strategies have become a billion-dollar industry: in the US they account for more than 60 % of the average daily volume in equities trading [18]. Although still entering the European market, HFT strategies are already involved in one out of four trades there and are expected to reach 45 % in 2012 [19].



**Figure 1. Inventory evolution of a market-maker from [17]**

As trading is a zero-sum game profits of HFT traders correspond directly to losses of other market participants. Basically if some participants are able to react quicker to new information they can exploit limit orders of slower market participants as a kind of free-trading option [20].

From an IT business evaluation perspective therefore the following two research questions arises [21]: *What are effects of latency and do they require market participants to employ low latency technology?* To provide market participants guidance in answering this strategy dependant question, we develop a performance metric to measure the impact of latency consistently among different combinations of markets and instruments.

The paper proceeds as follows: section 2 presents a literature review. The research methodology is introduced in section 3 before section 4 describes the employed data set. Our results are depicted in section 6 and discussed in the following section 7. Finally, section 8 summarizes and concludes.

## 2. RELATED LITERATURE

Our research – the investigation of the impact of latency on securities trading – is related to two different disciplines: research on (i) *the general value of IT* and (ii) *literature dealing with latency in the security trading domain*.

Due to the complexity in IT valuation research different attitudes on the economic impact of IT have been discussed [22]: one major research stream takes the perspective of sustainable competitive advantage for which IT is seen as a key resource [23]. At least IT investments are valued as strategic options to safeguard from potential future losses [21]. Nevertheless IT-created value manifests itself in many ways [22] which might be intangible [24]. In the case of latency reduction technologies such intangible dimensions might be an improvement of execution quality in terms of a higher precision concerning the realization of targeted positions. Thus, our research focuses on the

probability of relevant order book changes which occur before an order arrives at the market and the relation of this probability to different latency levels as well as time periods within a trading day. This constitutes a performance metric for latency.

[25] propose that “[t]he greater the degree of competition in an industry, the greater the extent to which firms achieve efficiency gains via IT” (p. 306). Electronic securities markets exhibit a highly competitive character and an ongoing arms race of IT. In this respect our performance metric contributes particularly to this proposition, i.e. to which extent investments in IT in this field may yield competitive advantages.

[26] states process performance to be related to business performance from various IS perspectives. Customers in our case, which are primarily institutional investors such as banks, exhibit tendencies for standardization, automation and flexibilization of IT and the supporting processes [27]. In case of the order submissions process our performance metric helps to assess the effects of automation. [8] argue that banks can yield high internal straight through processing rates, which implies the necessity of low error rates in our context, by consistent integration of all systems involved in the trading process.

Within the domain of securities trading, related literature like [5] investigate the impact of latency reductions on market quality criteria like liquidity<sup>2</sup> by the introduction of IT. That way [5] analyze the improved information disintermediation for off-floor traders from two minutes to 20 seconds at the New York Stock Exchange in the 1980s. Their results predict a positive effect on liquidity. Nevertheless, these results should be interpreted with care as they might be affected by other market structure changes during the investigation period. Current technology allows latencies of millisecond or sub-millisecond magnitudes. Thus different measurement starting and end points might distort results as pointed out by [3]. To overcome this problem they propose a standard benchmark methodology based on order action round trip times: it is defined as the time span from the order action initiation (i.e. order submission) and trading system response (i.e. execution confirmation) at the customer’s market access point. This notion is similar to our definition of latency. Further they analyze the properties of latency based on data from Deutsche Börses Xetra trading system in 2007. That way three drivers for latency are identified: trading activity, time of day as well as the distance between customer access- and market operator host computer. Latency exhibits different levels with a similar structure for every trading day (day pattern). Basically latency increases during the day due to rising trading activity. On top a remarkable latency peak can be observed at releases of US economic data. The mean latency is reported to amount to 51.9 ms with a standard deviation of 25.2 ms. Their numbers provide a range of latencies for our analysis setup. More recent empirical work on the effects of latency on market quality measures are [28] and [20]. Unfortunately their results are ambiguous: [28] find that the latency reductions by the NYSE Hybrid upgrade cause a decrease of liquidity. In contrast the results of [20] show

positive effects for a Deutsche Börse system upgrade on April 23<sup>rd</sup>, 2007 which decreases the system’s roundtrip time from 50 ms down to 10 ms.

Modeling the costs of latency, the working paper of [29] is also related to our work. In a highly stylized model the development of the costs of latency in US securities markets from 1995-2005 are examined. Costs in this model only arise from limit changes whereas our perception of order book fluctuations includes limit and volume alterations. Several assumptions of the study seem critical in face of our results. Especially a constant arrival rate of impatient buyers and sellers seems unlikely considering the day patterns of order book fluctuation. However findings such as the concave effect of latency on costs are congruent with our findings.

In the field of IS literature our study contributes to the research as it provides a performance measure on the effect of latency in the context of the competitive advantage of IT. Regarding the domain of securities trading we introduce the notion of order book fluctuation as the key variable which determines the latency impact. This differs from trading activity and volatility as these do not incorporate volume changes. Because algorithms tend to rapidly place and cancel limit orders neither trading activity nor volatility is affected. Whereas order book fluctuation does increase and latency issues arise.

### 3. METHODOLOGY

#### 3.1 Modeling the Impact of Latency

While conceptions of latency differ not only among research fields but even within a research area an approach to assign economic value to latency can only be undertaken with respect to the specific business (equity trading in our case) that depends on latency. As described before the need for speed in today’s marketplaces raises the question who actually demands the low latency connections and what is the economic driver behind this.

To our best knowledge so far no concept has been developed that attempts to assign meaningful economic numbers (amount of cash) to latency in this context. The phenomenon that high speed accesses seem to be utterly indispensable for some trading strategies raises the question about the effects for other traders without such an access. Following the argumentation of [23] “...a firm with a unique access to IT may be in a position to earn higher profits from that access” (p.124), it might well be the case that HFT is an example of such a unique access. While not only the low latency connection but also the developed algorithms to exploit them would define this unique access to IT.

The following paragraphs will describe a method which aims at connecting latency to expected untruthfulness of information and deduce a metric to account for this information unreliability. In this respect differing concepts will be examined. However, the basic idea behind them is the same. Every trader, human or algorithmic, depends on latency. When submitting an order at  $t_1$ , a decision has to be made about order size and volume based on information (usually the order book, describing current bids and offers at the market) generated at time  $t_0$ . When the order reaches the market at time  $t_2$  the situation at the market might again have changed (c.f. Figure 2).

<sup>2</sup> A simplistic definition of liquidity is the ability of a stock position to be established or unwind quickly without or only minimal negative price movement despite its actual size [1].



Our concepts all make use of this fact. Just based on latency figures alone no definitive predictions of the amount as to which the situation might differ between  $t_0$  and  $t_2$  can be made. Thus, it is impossible to conclude from a given latency whether the inherent risk of meanwhile market changes is small or large.

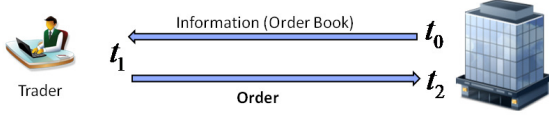


Figure 2. General dependence of a trader on latency

Since the amount of changes and the impact on ones strategy are unknown it is only possible to estimate the outcomes of the gamble which is caused by the latency lag. In the following subsections we present ideas how this can be done.

### 3.2 Order Book Fluctuations

Taking a closer look at the demanders of low latency trading connections exhibits that most orders of algorithmic trading especially high frequency trading concerns only the top of the order book [11]. Most orders issued by algorithms exactly match the best ask/bid price and volume and if no execution takes place orders are canceled immediately. Therefore we introduce the notion of *order book fluctuation*, which we define as the probability of a change in either the best ask or bid limit or the corresponding volumes at the top of the order book. Formally we define  $p_{fluc}(x)$  as the probability of such a change in  $x$  milliseconds. This is of course a fundamentally different approach than to concentrate on volatility because order book fluctuations can occur without price changes.

For the case that no information about trading intentions is available, we cannot distinguish whether they are favorable or unfavorable. Thus in this situation we regard any change in the order book as possibly negative. In the progress of this paper we refine this measure to 4 fundamental trading strategies, where only specific changes are regarded to be relevant.

#### 3.2.1 Global Order Book Fluctuation

As described before, without any knowledge about a strategy, any change in the order book may have negative consequences, which a trader could not predict when he submitted the order. An infrastructure provider of data warehouses for traders for example has to decide where to place his facilities in order to meet his customer's demands and she certainly has no information of the different trading strategies it will be used for.

Thus in this case, for a given latency  $x$ , the probability of a change of the order book within this time, is the probability that either the limits or the volume has changed without taking care of the direction of that change.

The following paragraphs will define relevant changes for four basic strategies. These cases are chosen rather for demonstration purposes of the methodology than to simulate a real application on a complex algorithm. However, every strategy is a combination of those four basic strategies. The institutional investor's VWAP Buy strategy and a Market Making strategy are stretched out in different directions regarding the basic components as Figure 3 depicts.

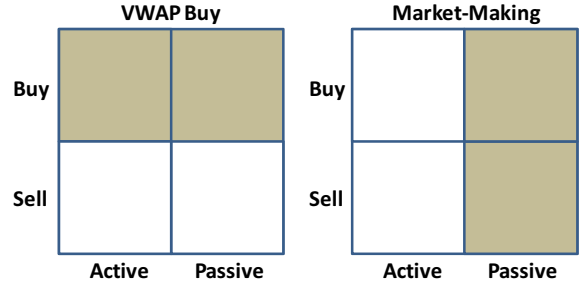


Figure 3. Characteristics of typical trading strategies

The differentiation between active and passive strategies refers to the application of marketable and non-marketable orders respectively. This is explained in more detail in the following subsections.

#### 3.2.2 Active Strategies: Buy Active, Sell Active

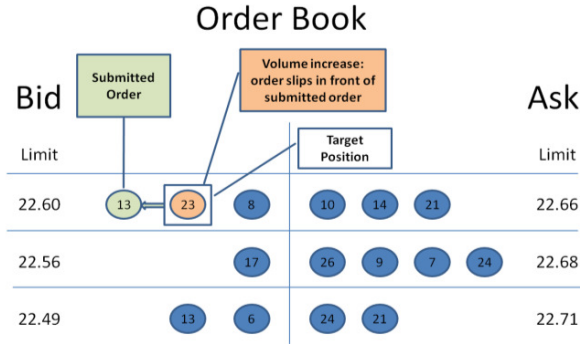
We define active strategies as strategies which only uses market orders, i.e. orders that are executed immediately at the best currently available price in the order book. These orders are always executed, whenever a corresponding counterpart exists in the order book.

Thus *Buy Active* is a strategy, where a trader, who wants to build up a position, simply submits market buy orders. After the submission order book changes can occur that may lead to an unfavorable result. It can happen that the best available offers at the time of the order submission are already taken either partly or completely cleared by the time the order reaches the book. If they are taken partially the order is filled only partially at the expected price. Then we could observe a decrease in the volume at the top level in the order book at the time the order reaches the order book. If at the time of the order arrival the ask limit has increased, i.e. the orders were cleared completely, the full order will be executed at a higher price. Accordingly relevant unfavorable order book changes are ask volume decreases and ask limit decreases.

Analogously for a *Sell Active* strategy undesirable events at the bid side of the order book are of the same type. Volume decreases may lead to partial executions and inferior prices. Only here of course bid limit decreases are considered negative since the seller receives a lower price.

#### 3.2.3 Passive Strategies: Buy Passive, Sell Passive

Passive strategies are those which only apply non marketable limit orders. A typical example could be that of a market maker who, like a classical money changer, makes profits by spread earnings from simultaneously buying and selling an asset.



**Figure 4. Effects of latency on a trader's order submission**

Again we distinguish between buy and sell side in order to determine events that are unfavorable. For a *Buy Passive* strategy which aims at buying a stock by posting bid limit orders an increase in the volume of the bid side during the time of order submission and reception by the exchange would be disadvantageous as the order is further behind others according to price/time priority in open order books. Figure 4 depicts such a situation. Order volumes are written in the circles. Thus the next incoming market order of 31 shares would execute against the first two orders of 8 and 23 respectively leaving the last order untouched.

Also any bid limit change can be regarded as a negative event. This is because the order has either been overtaken by another limit order with a higher bid or orders have been taken away leaving the order with a possibly to high limit in the order book and what is more with a high execution probability.

Accordingly for the *Sell Passive* strategy increases in volume at the top of the ask side and any limit change in the ask limit are regarded negative.

A summary of changes which are considered negative for the four basic strategies is given in Table 2.

**Table 2. Unfavorable top of the book changes**

Property / Side	Buy	Sell
Active	Ask Limit ↑	Bid Limit ↓
	Ask Volume ↓	Bid Volume ↓
Passive	Bid Limit ↓	Ask Limit ↓
	Bid Volume ↑	Ask Volume ↑

### 3.3 Estimation

Due to the model's simple structure finding estimators for  $p_{fluc}(x)$  is straightforward. We take the relative frequency in which order book changes occurred in the past. As reasonable time spans we will take latency in the range of those reported by [3].

Estimators for limit and volume changes can be derived by taking the mean of the quoted volume and limit changes in the time span for which  $p_{fluc}(x)$  is estimated.

## 4. DATA SET

The impact of latencies in magnitudes of milliseconds is of particular interest for algorithmic traders as even such little

speed advantages can provide them a competitive edge. Algorithms require fully-electronic open central limit order books and a remote access via technologies like Direct Market Access to be applicable. Thus we choose the Xetra trading system of Deutsche Börse for our analysis. Typically algorithms are employed for instruments with high trade volumes (high liquidity). A proxy therefore is capitalization which is also utilized for index weights. Thus capitalization expresses the particular interest of investors for each instrument. The 30 most capitalized instruments in Germany are represented in the DAX. As expected this index exhibits on Xetra most algorithmic activity [3].

To allow a cross-sectional overview we choose 6 DAX constituents based on their free float market capitalization. That way a pair of two instruments is employed for three different capitalization classes: Siemens and E.ON as high; Deutsche Börse and Deutsche Post as medium and Salzgitter and Hannover Rück as low capitalized constituents (c.f. Table 3).

The employed capitalization data (c.f. Table 3) belongs to our last observation day. Nevertheless it is checked to remain stable during the whole sample period. It is made of 10 trading days starting from August 31<sup>st</sup>, 2009 and ending at September 11<sup>th</sup>. Results remain stable for the first and second week of our sample implying that the 10 selected trading days are sufficient. To obtain unbiased results we avoided periods of extreme market activity by expiry dates like so called Triple Witching Days or high market volatility. In contrast the VDAX-New, which can be interpreted as a trend indicator for the volatility of the DAX, exhibits a stable and rather low value compared to the US subprime crisis already since August 2009.

Our data set originates from the archives of Thomson Reuters Data Scope Tick History. For the selected instruments all order book updates are retrieved. These updates consist of the first ten quoted limits and volumes on both sides of the book, i.e. the ten highest bid and ten lowest ask limits. Each change within these limits results in an update record. For multiple changes, occurring within one millisecond, we account only for the last one, as investors with the investigated latencies of above 1 ms are not able to react pointedly to such instant changes. Finally, we restrict our analysis to the limit and volume changes of the best bid/ask as algorithmic activity can be predominately found at the top of the book [11].

The focus of our investigation is set on continuous trading where order book changes as well as trades can occur at any times. For DAX instruments continuous trading takes place from 9:00 till 13:00 o'clock in the morning and 13:02 till 17:30 in the afternoon. Accordingly order book updates for auctions are removed and validity times of the last limit updates before auctions adjusted appropriately. Unfortunately, our data lacks secured information on volatility interruptions. But as this mechanism to switch from continuous trading to an auction results in one limit change per interruption and occurs seldom, its effects are expected to be smoothed out by the multitude of order book updates observed.

Table 3 depicts the basic characteristics of the data set described above: besides the free float market capitalizations for our three

classes, mean lifetimes of top of the book situations, fractions of

**Table 3. DAX order book data sample characteristics**

Capitaliza- tion Class	Instrument	Free Float Market Capitalization [m€]	Order Book Top					
			Lifetime [ms]		Fraction of Changes [%]		Mean Quoted Volume [€]	
			Mean	Std. Dev.	Limits	Volumes	Best Bid	Best Ask
High	E.ON	57,829	1,129	2,758	19.91	80.09	94,911	96,184
	Siemens	52,070	860	2,342	30.55	69.45	60,205	60,263
Medium	Deutsche Börse	10,902	925	3,216	35.30	64.70	30,645	28,381
	Deutsche Post	10,673	1,507	4,168	21.45	78.55	51,268	45,798
Low	Salzgitter	2,673	1,255	4,189	34.42	65.58	22,849	22,975
	Hannover Rück	1,785	4,020	10,085	33.25	66.75	23,914	25,052

limit and volume changes as well as the mean quoted volume for the best bid/ask are depicted. No general conclusion can be drawn that lower capitalized instruments' best bid/ask limits and volumes exhibit lower lifetimes. Nevertheless standard deviations of lifetimes are generally high and increase for lower capitalizations. Further, there are about twice to four times more volume than limit changes. Basically the fraction of limit changes increases with lower capitalizations. This is obvious as lower capitalizations come along with lower quoted volumes and thus induce more trades to completely remove the volume of the targeted limit level. As limit price changes come generally along with different volumes the depicted numbers reflect only such volume changes without simultaneous limit alterations.

## 5. MEASUREMENT AND RESULTS

### 5.1 Measurement

For our goal to find a universal and neutral measure for the impact of latency we try to assume as few as possible restrictions by a specific trading strategy. Consequently our measurement procedures are not based on strategy specific information such as: when an individual trader submits orders, receives executions, which kind of orders are used or how harmful unexecuted orders for her strategy might be. Instead we take a general perspective and aim at investigating the expected probability of relevant order book alterations as well as the expected magnitude of such alterations.

Further, as we expect day patterns within our data, trading days are divided into investigation intervals: the shorter these intervals the more flicker arises whereas longer interval potentially might smooth out patterns. Therefore we checked different interval lengths. Overall the found patterns remain stable. For the illustration below an exemplary interval length of 15 minutes is chosen.

For each interval of a trading day (34 for a length of 15 minutes) we calculated the probability of being hit by an order book change within a given latency delay. This is carried out for any change for the strategy independent measure and for relevant changes for the four simple strategies as described in sections 3.2.2 and 3.2.3. Besides the magnitude in volume and limit price changes at the top of the book (i.e. for the best-bid/ask limits) are calculated.

For all calculations we applied a sliding window. It compares the order book situation at a time  $m_i$  with that after an assumed

latency delay  $x$  milliseconds later, i.e. at  $m_i + x$ . This window slides through every millisecond of an interval. In every millisecond where we can find a relevant change after  $x$  milliseconds we increase our number of relevant observations by one. At the end of each interval we divide the number of observations by the amount of milliseconds in that interval, i.e. 900,000 ms in case of 15 min interval. As an estimator for the probability of a (relevant) order book change we take the average of the ten trading days for each interval of those ratios.

Because an order could be submitted in any millisecond this ratio estimates the probability of being hit by an order book change when submitting an order at any time in the interval. Variations of the window size which simulates our latency delay are set from 5 to 100 ms in 5 ms steps to assess latency impacts over typical traders' latency experiences [3]. Additionally, latencies of 1 and 2 ms are included to focus border cases. To assess the impact of those changes we also measured the average limit and volume changes within those time spans.

Limit price changes typically come along with volume changes. Thus we only account for such volume alterations where the limit price remains unchanged to avoid overestimations of the alteration probability.

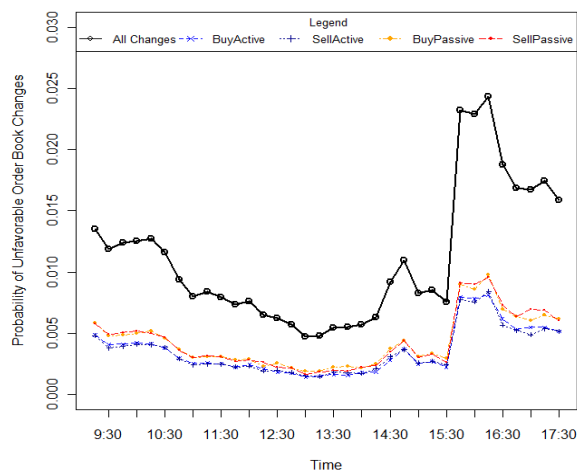
### 5.2 Day Pattern in Order Book Fluctuations

As expected the probability of alterations clearly shows a significant day pattern. The trend of the average probability for our four basic strategies and the overall measure of limit and volume changes for a latency of 10 ms is depicted in Figure 5. Basically one can see that all 5 lines exhibit the same form that is only shifted upwards or downwards. As the top line in the graph accounts for all kind of changes it takes the highest probabilities. The two next lines represent the passive (buy/sell) strategies and the two last with the lowest probabilities correspond to the active (buy/sell) strategies. Obviously there are no striking differences among the buy/sell pairs of active or passive strategies as the corresponding best-bid/ask limits are symmetric around the instruments midpoint. Further, the fact that passive strategies exhibit higher probabilities to be effected by order book alterations is due to the fact that they account for three kinds of changes whereas active strategies do only for two.

Concerning the overall trend all five lines share a modified U-shape which can be also observed for trading volumes [30, 31].

Thus, in the morning the probability of order book alteration is high and decreases continuously. It reaches its minimum just after the midday-auction. Then it increases again. Different to typical volume U-shapes it falls sharply again at ~14:30. Then a striking large increase occurs at approx. 15:30. This is congruent with the opening time of the US markets.

The line with the highest probabilities represents the case, where any change in the order book is viewed as disadvantageous. As stated before this is an entirely strategy independent measure which could be useful for an infrastructure provider, who does not have access to any information about the algorithms that use the infrastructure.



**Figure 5.** Order book alteration in the course of the trading day for Siemens and 10 ms latency.

### 5.3 Latency Impact

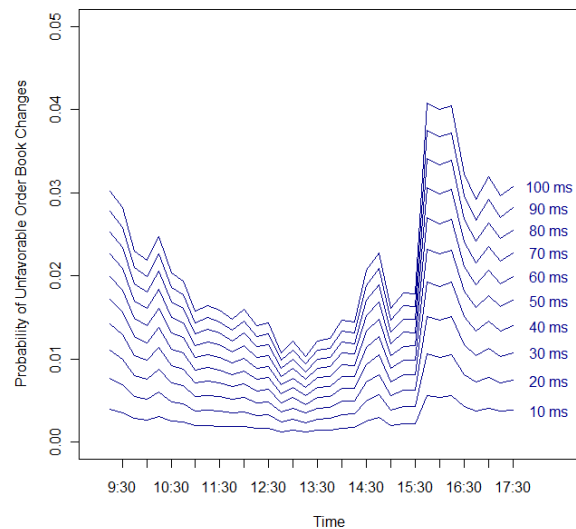
The length of the latency delay has of course an impact on the probability that the order book situation changes in a way that seems unfavorable for a submitted order. A first hint as to how much this influences the pattern can be seen in Figure 6.

The graph shows the day patterns for 10 to 100 ms for a Buy Active strategy in E.ON. The lowest line represents the probabilities for a 10 ms delay, the next higher line 20 ms etc. We omit the 5 ms step here for demonstration purpose. It can already be seen at this point that the day pattern is not only preserved but even amplified by the latency effect.

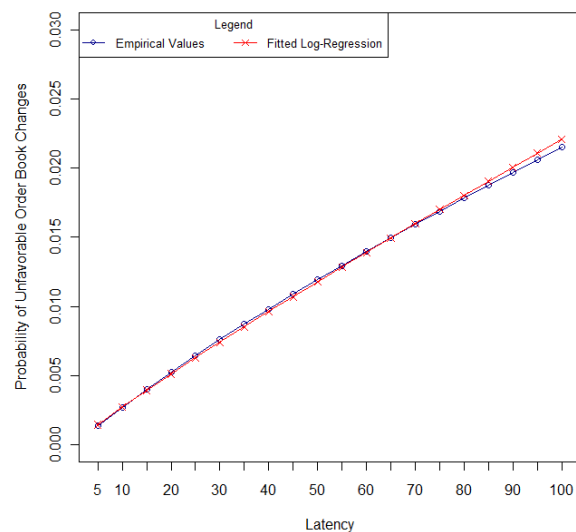
In consideration of this fact latency impact is examined for every 15 min interval separately. In every interval the effect of latency on the probability of unfavorable order book changes shows a typical slightly concave relation. This concave effect on the probability can be found in any interval across all stocks and for all strategies in our sample. The graph in Figure 7 depicts the average increase of probabilities for a Buy Active strategy in E.ON. The empiric values can be fitted with a log-linear regression.

From the slope of this regression we can deduce the following simple rule of thumb. A 1 % increase in latency leads to a 0.9 % increase in the probability of unfavorable order book changes.

Thus reducing latency about 1 ms has a greater effect on the probability the lower the latency already is. Due to data restrictions our study only covers latencies from 1 ms upwards. However, with more accurate data and an extension in the submillisecond area this might provide an additional explanation why high investments in relatively small improvements in latency can be found in the market.



**Figure 6.** Day pattern for E.ON and latencies of 10 – 100 ms



**Figure 7.** Scaling of hit probability due to latency

### 5.4 The influence of market capitalization

As depicted in the introduction heavily traded stocks will be more prone to latency risk. Since market capitalization is a fairly good proxy for the interest of traders in the stock (c.f. section 4) we expect highly capitalized stocks to exhibit a

higher probability and a higher latency impact than lower capitalized ones.

Figure 8 clearly confirms this assumption. Highly capitalized stock's probability of unfavorable order book changes is on average twice as high than those of low capitalized stocks. The figure shows the day patterns of probabilities for a Buy Active strategy and a latency of 50 ms for the three classes "Low", "Medium" and "High" capitalization.

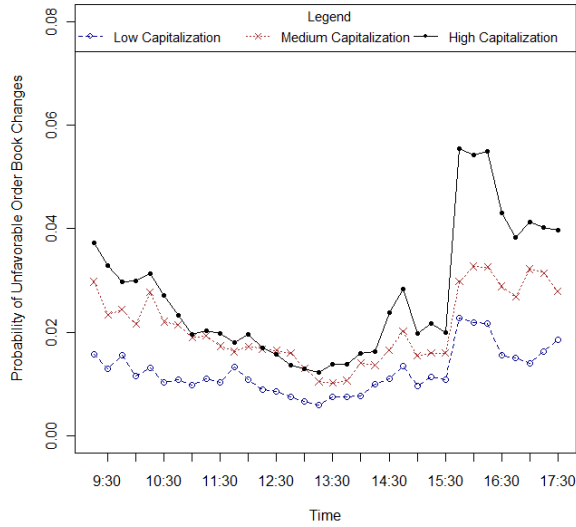


Figure 8. Hit rate for our three capitalization classes

## 5.5 Average Limit and Volume Changes

Though day patterns are common for limits, prices, spreads and volumes in stock trading, it remains unclear how changes of limits and volumes within latency delay evolve over time. Among others e.g. [30, 31] find typical U-shape of trading volumes. This is congruent with our results. However the risk that one faces due to latency rather depends on the amount of changes in volumes within the order book than on the overall trading volume.

To our best knowledge we do not know any study that examined the average amount by which limit and volume change. In order to combine information of those changes with the probabilities from the previous paragraphs, we use the same sliding window measurement method as before. That is, we compare the limits and volumes after an assumed latency delay and take the average after every 15 min. Limit decreases are measured relatively in basis points (1 bps = 0.01 %) to allow for comparisons among different stocks.

In case of volume changes we could not find any significant trend which is stable over all stocks and trading days, whereas limit changes show a significant decrease in a trading day. Therefore for a typical volume change one should take the average for the whole trading day as an approximation. Changes in limits tend to be higher in the morning than in the evening. As described before limit changes are higher in the morning. A typical example is shown in Figure 9.

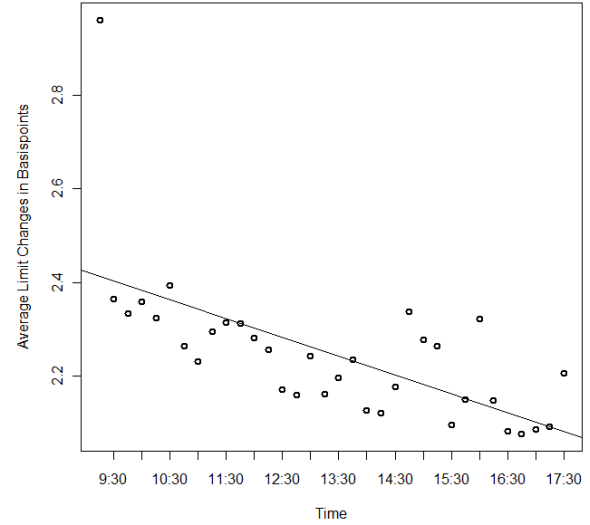


Figure 9. Evolution of limit changes in E.ON

The graph shows the sum of absolute values of changes in bid limits in basis points, averaged over ten trading days in E.ON. The line is that of the linear regression that exhibit a highly significant p-value (at the 1 % level or more) for all cases, except for Hannover Rück, where significance can only be found at the 10 % level.<sup>3</sup>

Interestingly this does not reflect a typical U-shaped volatility pattern. But since limit changes do not necessarily reflect price changes this does not contradict results concerning price volatility.

## 6. DISCUSSION

### 6.1 Impact on Active Strategies

For market or marketable limit orders, i.e. the means to implement an active strategy, two unfavorable situations can be encountered (c.f. Table 2): an unfavorable movement of the limit price or a decrease of its volume. To assess their impact we make use of probabilities discussed in the last section. For actual executions the assessment of limit price changes is straight forward as they can be directly converted into costs. Therefore we take the probability of such changes times the expected limit change:

$$\begin{aligned} E(\text{LimitChangeCosts}) &= p_{\text{LimitChange}} \cdot E(\text{LimitChange}) \\ &= p_{\text{fluc}} \cdot P(\text{LimitChange} | \text{fluc}) \cdot E(\text{LimitChange}) \end{aligned}$$

As we have encountered significant trends within the limit changes (c.f. section 5.5) and day patterns for the probability to be hit by them (c.f. section 5.2) we calculate these figures for each interval. Again we encountered a U-shape for the expected limit change costs. An overview of their magnitudes is provided in Table 4 for an Active Buy strategy and an assumed latency of 50 ms. The latency cost impact ranges between 0.01 and 0.06

<sup>3</sup> Changes in ask limits reveal the same tendency. Significant decreases can be found for all stocks except for Salzgitter.

bps. Basically differences among instruments highly depend on the proportion of unfavorable limit price to volume changes. This is also the rationale behind the low figures for the highly capitalized instruments E.ON and Siemens.

**Table 4. Buy executions limit change costs – 50 ms latency**

Instrument	Limit Change Costs [bps]			
	Min	Max	Mean	Std. Dev.
E.ON	0.0133	0.0509	0.0275	0.0114
Siemens	0.0140	0.0617	0.0310	0.0140
Deutsche Börse	0.0188	0.0625	0.0382	0.0113
Deutsche Post	0.0124	0.0522	0.0280	0.0109
Salzgitter	0.0150	0.0453	0.0263	0.0084
Hannover Rück	0.0093	0.0363	0.0186	0.0077
Overall (Average)	0.0093	0.0625	0.0282	0.0126

Overall this part of the latency impact costs is low compared to typical implicit trading costs (i.e. market impact, timing or opportunity costs). Nevertheless for strategies yielding only low profits per trade, like those of HFTs, these figures become relevant: for example the US HFT Tradeworx [16] reports average net earnings of 0.1 cent per traded share. With an average share price of 41.84 \$ within the S&P 500 this corresponds to net earnings of 0.24 bps. Hence, the sole limit change impact for an active strategy with latencies of 50 ms might diminish their profits by as much as 26 %.

While market and marketable orders face the costs described above in case of executions, it can also happen that due to latency marketable orders cannot be executed. For this situation no direct costs can be associated but a loss of immediacy. Depending on the underlying strategy cost of immediacy need to be assigned if one wants to model the limit change costs completely.

For the second component of the latency impact, i.e. decreasing volume, exact cost figures cannot be calculated without knowledge of the underlying strategy either. Nevertheless our figures show that e.g. in E.ON an average volume decrease of 29 % occurs with a probability of 1.7 – 6.7 % depending on the order submission day time. This is particularly harmful for algorithms which aim at taking advantage of promising trade opportunities as much as possible. For Xetra we know that 76.7 % of all orders that exactly match the best bid/asks and volume are submitted by algorithms [11]. Further, 17.7 % of such orders submitted by algorithms succeed in match the best bid/ask and volume.

## 6.2 Impact on Passive Strategies

Limit and volume changes result in wrong positioning of the submitted limit order in the order book. For an exemplary buy order a best ask limit increase the order is placed too far up the book, whereas decreases lead to a position below the top. At last the volume effect is opposite to that of the active strategies. An increase in the volume of the top of the order book puts the limit order at a more distant position regarding the price/time priority thus diminishing the execution probability. This effect has already been illustrated in Figure 4. The targeted position is taken by another order that entered the book within the

latency delay. The submitted order is now behind this order. The next incoming order that triggers a trade will be matched against this order before the submitted order. It may well happen that this effect hinders submitted orders to be executed at all when marketable sell order volumes are small.

Passive strategies aim at saving or earning the spread, i.e. they seek price improvement at the cost of execution probability. The latency effect decreases the execution probability. Therefore the low latency trader can seek more price improvements than a trader who has to bear high latency. Our figures show that volume changes occur far more often than limit changes (c.f. Table 3), in our sample up to four times more often. This is not captured in volatility or other standard parameters usually reported for stocks.

In this study we calculated the probabilities of the occurrence of relevant volume and limit changes. The impact of latency can in this respect be regarded as an impact on the error rate of order submission.

Mean volume increases are about 147.7 % with a standard deviation of 73.5 %. But the maximum of 15 min average volume changes we found was (at 9:15-9:30 for Hannover Rück) 583.5 %. E.g. a trader with a latency of 50 ms has to expect for E.ON that there is a 2.9 % chance that her order will be “overtaken” by another incoming limit orders increasing the existing volume by 147.7 %.

Since it would be desirable to assign costs to these numbers, strategy independent models need to be applied to assess the impact of those effects on execution probabilities and then to convert these into trading costs. This extension is not in the scope of this study but builds an interesting field of future work.

As mentioned in data section an extension towards more instruments, other markets and the sub millisecond granularity constitutes a potential course for further research.

## 7. CONCLUSION

This paper examines the effects of latency in securities trading. Based on data for DAX30 instruments traded at Xetra fluctuations at the top of the order book are analyzed. These fluctuations encompass limit and volume changes. To assess their impact on securities trading four fundamental strategies are dealt with.

Concerning our first research question on the effects of latency we show that latency impact differs significantly among instruments: in general highly capitalized stocks exhibit higher probabilities to encounter unfavorable order book changes during the latency delay than lower capitalized ones. Among fluctuations volume changes occur twice to four times more often than limit alterations. Further, for all strategies a significant day pattern for the probability of unfavorable changes is found. Thereby, passive strategies based on non marketable limit orders are more often affected by order book changes than active ones. For commonly observed latencies at Xetra (1 to 100 ms) the dependence of probabilities for unfavorable events turns out to be nonlinearly increasing with



latency. Nevertheless they can be fairly well approximated by a log-linear regression.

Concerning the scale of relative changes, limit alterations significantly decrease over the trading day whereas for volumes no common day trend can be found. Limit increases and decreases are symmetric. Further, volume increases are typically higher than decreases, which is obvious as decreases cannot exceed 100 %.

To answer our second research questions, whether these latency effects require market participants to employ low latency technology, we investigated four fundamental trading strategies. For these the calculation of directly associated cost is only applicable for active ones. Passive strategies cannot be associated with direct costs without further assumptions regarding the true underlying trading strategy. In this case we present average latency effects regarding the limit and volume effect market participants face. That way buy and sell strategies do not exhibit significant deviations.

From an exchange's customer perspective the following conclusions can be drawn: for each individual retail investor, who cannot make use of low latency technologies, price effects are neglectable. Also volume effects seem irrelevant as retail trade sizes are typically low compared to quoted best bid/ask volumes. For institutional investors the answer depends on their business model: basically for algorithmic traders latency effects yield low increases of error rates. For investors whose business follows long term profits this latency effects seem bearable. In contrast the lower the profits associated to each trade are the more fatal these effects become.

Future research steps should include an extension of the cost analysis to passive strategies and the volume effect of active strategies. Therefore it should aim at incorporating estimations for execution probabilities and models for the cost of immediacy.

## 8. REFERENCES

- [1] Schwartz, R.A. and Francioni R. 2004. *Equity markets in action: The fundamentals of liquidity, market structure & trading*. Wiley, Hoboken, N.J.
- [2] Fidessa Fragmentation Index 2010. <http://fragmentation.fidessa.com/> (last accessed 06/13/2010).
- [3] Schweickert, U. and Budimir, M. 2009. Latency in Electronic Securities Trading – A Proposal for Systematic Measurement. *Journal of Trading*, 4(3), 47-55.
- [4] Kissell, R. and Glantz, M. 2003. Optimal Trading Strategies: Quantitative Approaches for Managing Market Impact and Trading Risk. *AMACOM*, New York.
- [5] Easley D., Hendershott, T. and T. Ramadorai 2008. The price of latency, *Working Paper*, Cornell University.
- [6] Kempf, A. and Korn, O. 1998. Trading System and Market Integration, *Journal of Financial Intermediation*, 7, 220–239.
- [7] Theissen, E. 2000. Market structure, informational efficiency and liquidity: An experimental comparison of auction and dealer markets, *Journal of Financial Markets* 3, 333–363.
- [8] Weitzel, T., Martin, S.V. and König W. 2003. Straight Through Processing auf XML Basis im Wertpapiergeschäft, *Wirtschaftsinformatik*, 45, 409–420.
- [9] Deutsche Börse AG 2009. Interim Report Q1/2009, Germany. [http://deutsche-boerse.com/dbag/dispatch/de/binary/gdb\\_content\\_pool/imported\\_files/public\\_files/10/downloads/14\\_investor\\_relations/51\\_presentations\\_NEW/presentation\\_conference\\_12may2009.pdf](http://deutsche-boerse.com/dbag/dispatch/de/binary/gdb_content_pool/imported_files/public_files/10/downloads/14_investor_relations/51_presentations_NEW/presentation_conference_12may2009.pdf), (last accessed 04/10/2010).
- [10] Domowitz, I. and Yegerman, H. 2005. The Cost of Algorithmic Trading. A First Look at Comparative Performance, *Algorithmic Trading*, 30–40.
- [11] Gsell, M. and Gomber, P. 2009. Algorithmic trading engines versus human traders – Do they behave different in securities markets?, 17<sup>th</sup> ECIS, 98–109.
- [12] Hendershott, T., Jones, C.M. and Menkveld, A.J. 2010. Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?, *Forthcoming in Journal of Finance*.
- [13] Grob, S. 2010. Battle for European liquidity rages in first half, <http://www.thetradeindex.com/asset-classes/equities/4785> (last accessed 07/20/2010).
- [14] Chix-Europe 2010. Latency, <http://www.chi-x.com/trading-on-chi-x/latency.asp>, (last accessed 08/22/2010).
- [15] Aldridge, I. 2010: High-frequency trading: a practical guide to algorithmic strategies and trading systems, *Wiley Trading Series*, New York.
- [16] Narang, M. 2010. Tradeworx, Inc. Public Commentary on SEC Market Structure Concept Release, <http://www.tradeworx.com/TWX-SEC-2010.pdf>, (last accessed 04/27/2010).
- [17] Jovanovic, B. Menkveld, A.J. 2010. Middlemen in Limit-Order Markets. *Working Paper*, VU University Amsterdam.
- [18] Aite Group 2009. New World Order: The High Frequency Trading Community and Its Impact on Market Structure, <http://www.aitegroup.com/Reports/ReportDetail.aspx?recordItemID=531>, (last accessed 08/15/2010).
- [19] Cave, T. 2010. High frequency traders to take 45 % market share. <http://www.efinancialnews.com/story/2010-03-31/aite-high-frequency-trading-volumes>, (last accessed 08/20/2010).
- [20] Riordan, R. and Storkenmaier, A. 2009. Latency, Liquidity and Price Discovery, 16<sup>th</sup> Annual Meeting of the German Finance Association (DGF).
- [21] Clemens E.K. 1991. Evaluation of strategic investments in information technology, *Communications of the ACM*, 34 (1), 22–36.
- [22] Kohli, R and Grover V. 2008. Business value of IT: An essay on expanding research directions to keep with the times, *Journal of the Association for Information Systems*, 9 (1), 23–39.

- [23] Brynjolfsson, E. and Hitt, L.M. 1996. Productivity, Profit and Consumer Welfare: Three Different Measures of Information Technology's Value, *MIS Quarterly*, 20 (2), 121-142.
- [24] Bharadwaj, A.S., Bharadwaj, S.G. and Konsynski B.R. 1999. Information Technology Effects on Firm Performance as Measured by Tobin's q, *Management Science*, 45 (7), 1008–1024.
- [25] Melville, N., Kraemer, K., Gurbaxani, V, 2004. Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value, *MIS Quarterly*, 28 (2), 283–322.
- [26] Schryen, G. 2010. Preserving Knowledge on IS Business Value, *Business&Information Systems Engineering*, 2 (4), 233-244.
- [27] Braunwarth, K.S., Kaiser, M. and Müller A. 2010. Economic Evaluation and Optimization of the Degree of Automation in Insurance Processes, *Business&Information Systems Engineering*, 2 (1), 29-39.
- [28] Hendershott, T., Moulton, P., 2007. The Shrinking New York Stock Exchange Floor and the Hybrid Market, *Working Paper, Haas School of Business and Fordham Graduate School of Business*.
- [29] Moallemi, C.C. and Saglam, M. 2010. The Cost of Latency, *Working Paper, Columbia University*.
- [30] Abhyankar, A., Ghost, D., Levin, E. and Limmack, R.J. 1997. Bid-Ask Spreads, Trading Volume and Volatility: Intra-Day Evidence From the London Stock Exchange, *Journal of Business & Accounting*, 24(3), 343–362.
- [31] Stephan, J.A. and Whaley, R.E 1990. Intraday Price Change and Trading Volume Relations in the Stock and Stock Option Markets, *Journal of Finance*, 45(1), 191-220.



# An Approach to Support the Performance Management of Public Health Authorities using an IT based Modeling Method

Hans-Georg Fill  
Stanford University - BMIR  
University of Vienna - DKE  
251 Campus Drive  
94305 Stanford, USA  
fill@stanford.edu

Ilona Reischl  
AGES PharmMed  
Inst. Science & Information  
Schnirchgasse 9  
1030 Vienna, Austria  
ilona.reischl@ages.at

Andreas Eberhart  
AGES PharmMed  
Inst. Science & Information  
Schnirchgasse 9  
1030 Vienna, Austria  
andreas.eberhart@ages.at

Thomas Lang  
AGES PharmMed  
Inst. Science & Information  
Schnirchgasse 9  
1030 Vienna, Austria  
thomas.lang1@ages.at

Andrea Laslop  
AGES PharmMed  
Inst. Science & Information  
Schnirchgasse 9  
1030 Vienna, Austria  
andrea.laslop@ages.at

Dimitris Karagiannis  
University of Vienna  
Dpt. Knowledge Engineering  
Bruenner Strasse 72  
1210 Vienna, Austria  
dk@dke.univie.ac.at

## ABSTRACT

In this paper we describe a modeling method for supporting performance management by building upon the current challenges of public health authorities. Through focusing on the performance management requirements of national competent authorities (NCA) that fulfill several duties in regard to the marketing authorization of medicinal products, we derive a modeling language, an according modeling procedure and mechanisms and algorithms. Thereby, particular requirements in regard to the compliance to legal regulations, the competition of NCAs within the European Union, the allocation of resources under uncertainty, and the specific human resource requirements of NCAs have to be taken into account. The modeling language is formally described using a meta model based approach and implemented on a meta modeling platform. For the evaluation, the modeling method has been applied in a scientific study with the Austrian national competent authority AGES PharmMed.

## 1. INTRODUCTION

According to the latest OECD data, public and private spending on health care continues to have a large share of GDP in the western countries, ranging from sixteen percent in the United States to about nine percent on average in the countries of European Union [31]. Thereby, the growth of the expenditure for pharmaceuticals has recently exceeded both economic growth and growth in the health care sector as a whole [30]. In the European Union, the pharmaceutical market therefore received continuous political attention

with the goal to liberalize the market and encourage innovation and competitiveness of the European pharmaceutical industry [40].

This view also applies to the public authorities that perform official duties in the health care sector as a public service. They work together as partners with other member states, other agencies, the European Medicines Agency (EMA) and the European Commission (EC) in a European medicines network [13]. One of their central duties is to act as national competent authorities (NCA) in regard to medicinal products [8]. This includes but is not limited to the approval of clinical trials, the marketing authorisation of medicinal products, the inspection of clinical trials and medicinal product manufacturers, and the provision of scientific advice mostly to the pharmaceutical companies and other sponsors of drug developments. They thus fulfill an important function in regard to the safety of medicinal products on the market and play a key role during the research and development stages of new substances and devices. To meet these tasks, the authorities have to maintain a high scientific standard and use their resources in the most effective way. Constant progress in scientific methods and the development of new therapies such as gene therapy, tissue engineering or nanomedicine, require the permanent adaptation of the evaluation and inspection procedures on the side of the authorities [26]. Furthermore, the unpredictability of potential applications that need to be processed within legally defined timeframes and unforeseen crises such as the European influenza pandemic in 2009, make it difficult to almost impossible to forecast the required resources. Although the authorities receive financial remuneration and fees for some of their services by the EC and the EMA or the pharmaceutical companies, several procedures are not fully reimbursed but still have to be completed on time [33]. This leads to major challenges in regard to managing and optimizing their performance that have to be met on a strategic, long-term basis as well as during day-to-day operations.

To address these challenges and support performance management in this environment, we developed a modeling method for performance management and evaluated it in the course of a scientific study with Institute Science and Information of the Austrian competent authority AGES PharmMed. The goal of the approach is to take into account the specific requirements of competent authorities and support them in the definition of their strategy, the operationalization of the strategy, and the implementation of the strategy in their day-to-day processes. Thereby, particular attention was given to the online scheduling and re-scheduling of resources and the full compliance to national and EU wide regulations.

The remainder of the paper is organized as follows: In section 2 we will briefly outline the foundations of model based performance management and the specific requirements by competent authorities. Section 3 will describe the performance modeling method that has been developed specifically for the use by competent authorities. The application of the approach in a scientific study with AGES PharmMed together with a first evaluation constitutes section 4. Section 5 discusses work related to our approach and section 6 concludes the paper and gives an outlook on future developments.

## 2. PERFORMANCE MANAGEMENT FOR COMPETENT AUTHORITIES

Performance management in general comprises the systematic generation and control of an organization's performance with the ultimate goal to achieve sustainable organizational performance [25, 41]. Thereby it is assumed that an organization that performs well is one that attains its objectives in the way of effectively implementing an appropriate strategy [32]. Performance management typically comprises tasks such as [32, 14]:

- Defining the goals and measuring the attainment of goals
- Formation of strategy and its deployment to the business processes and operations management
- Defining the level of performance by setting appropriate performance targets
- Linking the achievement of performance targets to employee reward systems
- Defining the information flows that enable the organization to learn from its experiences

Whereas early approaches of performance management focused mainly on financial figures as the foundation for measuring performance, most of the currently used approaches take a holistic view that links strategy and operations by using a broader set of measures [39]. Thereby, financial figures are treated as one among several types of performance indicators that support decision-making processes [6, 14, 39]. For implementing performance management in an organization it can be chosen from a wide range of frameworks [41], each with its particular advantages and pitfalls. Several authors have therefore proposed to integrate different aspects of performance management frameworks to provide an interface

between performance management concepts, the underlying IT infrastructure, and the involved stakeholders [36, 37, 41].

### 2.1 Model based Performance Management

To cope with the complexity involved in integrating different performance management frameworks and deploying such a holistic approach successfully in an organization, it can be reverted to IT based modeling approaches [35]. This applies to the formal representation of strategic relationships and measurements [23], the description of the according data models [5], as well as their integration and implementation on IT systems [22, 36, 37].

From a generic point of view, model based approaches in the scope of this paper are characterized by a modeling method which consists of a modeling technique and mechanisms and algorithms - see figure 1. The mechanisms and algorithms can either be generic in the sense that they are applicable to all modeling methods, specific in the sense that they can be applied to particular methods or hybrid in the way that they can be configured to work on several modeling methods. The modeling technique is composed of a modeling language with its syntax, semantics, and graphical notation and a modeling procedure that defines the application of the modeling language and the use of the mechanisms and algorithms [17]. The semantics of the language is defined by a mapping to a semantic schema. For our purposes, the schema will be natural language, which is common for conceptual visual models [28]. It is however also possible to use more formal approaches such as ontologies for the schema definition [29]. From the viewpoint of information systems, such modeling methods can be used to support the communication between developers and users, help analysts to understand a domain, provide input for the design process, and document the original requirements for future reference [19, 20]. In addition, they can be implemented in IT tools and used for the formal representation and IT based analysis. Thereby they can serve as direct input to the configuration of information systems such as enterprise resource planning systems, business intelligence applications or workflow engines.

In the context of performance management, the scope of the modeling method thus needs to be set in terms of the used modeling technique and the required mechanisms and algorithms. The modeling language and the modeling procedure can then be derived based on: the categories of information required to manage an organization; the methods used to generate this information; and the rules regulating the flow of information [6]. This concerns in particular information about: the goals and their measurement, the strategy and its embedding in the business processes, the current and intended levels of performance, the rewards for the employees, and the access to and use of the information itself.

### 2.2 Specific Requirements of National Competent Authorities

The management and measurement of performance in the public sector and health care organizations in particular, has been characterized by Mettler and Rohner as a "somehow daunting endeavor" [27, p.700]. For their argument they refer to Boland and Fowler who traced these difficulties back to the lack of a profit maximizing focus, little potential for income

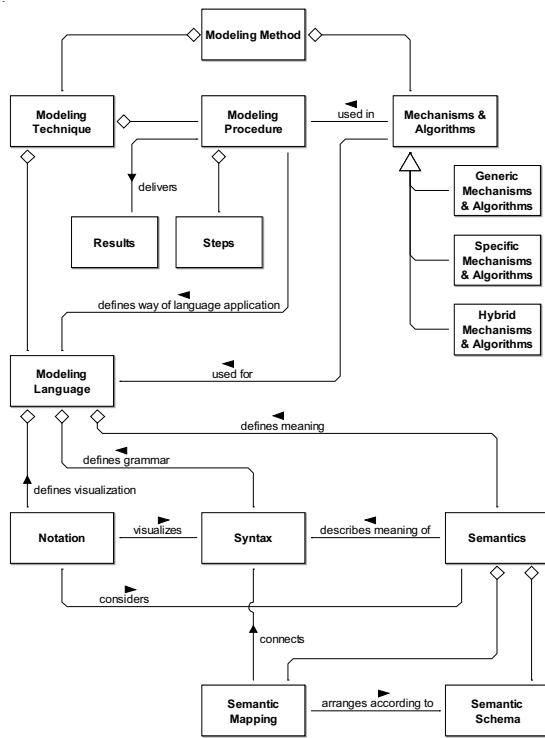


Figure 1: Components of Modeling Methods [17]

generation and no bottom line against which performance can be measured [4]. As national competent authorities are part of the public health care system, similar considerations can be applied to them. However, due to their specific field of competence and their embedding in the European context of pharmaceutical regulation, there are a number of additional factors that need to be considered. This concerns the influence of legal regulations and compliance requirements, the competition with other NCAs in the European Union, the largely unpredictable volume of evaluation procedures, and the requirement of highly skilled specialists.

The duties of national competent authorities are laid down in a number of national laws, European directives and according regulations by the EC and the EMA as the supranational authority. Apart from the obligation to comply to all of these legal regulations, which limit the set of possible actions that can be taken, they may also influence performance directly. This applies for example to the fees and reimbursements that need to be paid by pharmaceutical companies for filing applications with the European authorities [7]. In the same way, the maximum time spans for evaluations are specified by law and cannot be altered by the authorities, not even in the case of a crisis or shortage of resources. In addition, a number of industry standards and practices, which set the professional standards of operation - e.g. in regard to the due diligence of evaluations - need to be taken into account. The decisive factor of these regulations for performance management is their immutability in the short run. Although a single national competent authority is well represented in the national

and international bodies governing the regulations, changes typically require the conviction of many stakeholders and can thus take very long. In addition, these factors also directly influence the choice and design of appropriate management support tools as it would be impossible to take any decision that does not fully comply with the multitude of applicable laws and regulations.

As for any public organization, the generation of income largely depends on financing by the state. The budget of NCAs is usually part of the public health budget and therefore subject to political decisions. However, as mentioned above, NCAs also receive fees for giving scientific advice, the evaluation of clinical trial applications and market authorization procedures. For evaluations on the centralized European level, NCAs need to apply for evaluation procedures that they want to carry out. The allocation of procedures thereby depends on the specific expertise and availability of an NCA in comparison to other NCAs in Europe. Depending on the role of the NCA during the evaluation, also the level of financial remuneration is determined. Thus, this leads to competition between the NCAs in Europe: The better an NCA can plan ahead its capacities, manage its applications, and develop a good expertise profile, the more revenues it will be able to receive.

However, even if an NCA excels in all these aspects, it still faces a considerable degree of uncertainty in regard to the future allocation of resources. This not only stems from the fact that it may not receive all applications it has competed for, but because there are a number of unpredictable fluctuations in regard to the date when evaluations start, the possibility of referrals of evaluation procedures due to additional findings by other authorities or because the subject of the application requires more resources for its evaluation than anticipated. Furthermore, applications for the approval of clinical trials may be submitted at any time by the pharmaceutical companies and need to be evaluated within a defined, relatively short timeframe of mostly 35 days [11]. Besides these regular procedures, NCAs also have to fulfill duties in the case of crises or pandemics for which they receive no fees or reimbursements, but that still need to be carried out according to the highest professional standards. Due to the short-term nature of these fluctuations and the high costs associated with additional personnel, it is not possible to simply use over-provisioning methods. Although it is possible to hire additional specialists within short notice for some tasks, the availability of external specialists who are familiar with the overall handling of such procedures is very limited.

The procedures conducted by NCAs such as the evaluation of clinical trial approval applications, central European authorization procedures for medicinal products or the provision of scientific advice for pharmaceutical companies require not only sound scientific knowledge of the subject matters but also of the legal and regulatory requirements. Therefore, NCAs employ top specialists in fields such as medicine, biochemistry, pharmaceuticals or statistics. Besides their active role in the evaluation procedures, these specialists have to constantly update their knowledge about the most recent research and developments of pharmaceutical and medical therapies. This also involves the active participation in the

scientific community and on the standardization boards in the form of publications and trainings. Despite their high expertise, it is usually not possible for NCAs to remunerate their staff at the same wage level as the pharmaceutical industry. Therefore, NCAs compete for the most qualified human resources with private industry and are consistently facing the fluctuation of employees.

When putting these factors together, it becomes obvious that the management of performance in such a setting is a complex issue. This concerns in particular the multitude of dependencies between strategic, long-term goals and the day-to-day operations, especially in coping with the described uncertainties. To support these management tasks by using information technology is therefore highly desirable. However, a balance has to be found between the effort for designing, implementing, and maintaining such a support system and the expected benefits. This concerns in particular the formal representation of information for the purpose of conducting analyses. Although strictly formal methods may provide additional benefits in terms of machine processing, the effort required for defining information in such a detailed way may outweigh its benefits, especially for day-to-day operations. We will therefore describe in the following an IT based modeling method for performance management that can be used to analyze these dependencies and directly support human users in taking appropriate decisions. Although the formal definition of the modeling language will permit to conduct also machine-based analyses, the main goal of the method is to enhance the discussion and decision processes of the responsible executives by supporting human communication and understanding.

### 3. DESIGN OF AN IT BASED MODELING METHOD FOR PERFORMANCE MANAGEMENT

As has been briefly outlined above, the design of a modeling method requires the specification of a *modeling technique* and the according *mechanisms and algorithms*. In order to align the constructs of the *modeling language* to the steps of the *modeling procedure* and both of them to the mechanisms and algorithms, we pursued a concurrent engineering approach. Thereby, we conceptualized the modeling language in a formal language that can be later used for building the modeling method in machine language [15]. After the first conceptualization of the necessary model types was in place, we also began to work on the modeling procedure and the necessary mechanisms and algorithms. According to the requirements of the modeling procedure and the mechanisms and algorithms, we then started to continuously refine the constructs of the modeling language.

When designing new modeling languages it can be generally distinguished between two directions [16]: The modeling language can either be *created* from scratch or it can be *composed* of several already existing languages. The first direction involves the definition of language constructs that cover all aspects that the resulting modeling language will be used for. The second direction denotes the combination of existing modeling languages in order to map constructs of these languages to each other for a new purpose. In the following we will take a *hybrid* approach: Based on the

concepts of two existing modeling languages that have been mapped to each other, additional constructs are specified.

### 3.1 Setup of the Model Types and Definition of the Meta Model

The two modeling languages that we have taken as a start for our approach are: (a) a specifically adapted business process modeling language that is based on the concept of semantic information models [11] and (b) a modeling language for IT based balanced scorecards [24]. The choice for these languages was based on a series of workshops with domain experts from the Austrian NCA AGES PharmMed to identify the relevant aspects that needed to be taken into account. Thereby, the process modeling language was selected because it has been used in a previous project at AGES PharmMed where its applicability to the requirements of AGES PharmMed in terms of knowledge representation and visualization, process performance analysis, and knowledge distribution could be successfully evaluated [11]. It thus could be re-used for dealing with the performance management processes. The second modeling language was chosen based on previous successful use by the University of Vienna in several strategic and performance management projects. From the first modeling language we re-used the model types *business process model*, *working environment model*, *document model*, and *view definition model*. These can be used to describe business processes, their linkage to organizational resources and documents. In addition, the view definition model allows to semantically annotate elements of the business process model to support advanced visualization and analysis mechanisms - for details of semantic information models we refer to [11]. From the second modeling language the model types *success factor model*, *cause effect model*, and *measures model* were taken. These allow to: represent relevant success factors for implementing a strategy and aggregate them to strategic goals; set up cause effect relationships between strategic goals; and assign performance indicators and measures to the strategic goals. The modeling language was complemented with a *procedure data model* and a *treemap model*. Their purpose is to represent the resource allocation in current and future evaluation procedures, which was a specific requirement for NCAs.

We then defined the syntax of these nine model types using a meta model approach [16, 17] - see figure 2. The formal description that results from this has the advantage of being intuitively understandable so that it can still be easily discussed with non-technical domain experts. In addition, it is formal enough to be directly implemented in a machine language as will be shown below. To integrate the different modeling languages, reference links denoted as *interref* were defined between them.

### 3.2 Definition of the Modeling Procedure

In alignment with the modeling language, the according modeling procedure was set up. It is characterized by a top-down approach that begins with the representation and analysis of strategic relationships and then links them directly to the operative processes [14]. The definition of the modeling procedure was largely influenced by the requirement of NCAs to gain a holistic view on the relevant strategic relationships, the compliance to national and international laws, regulations,

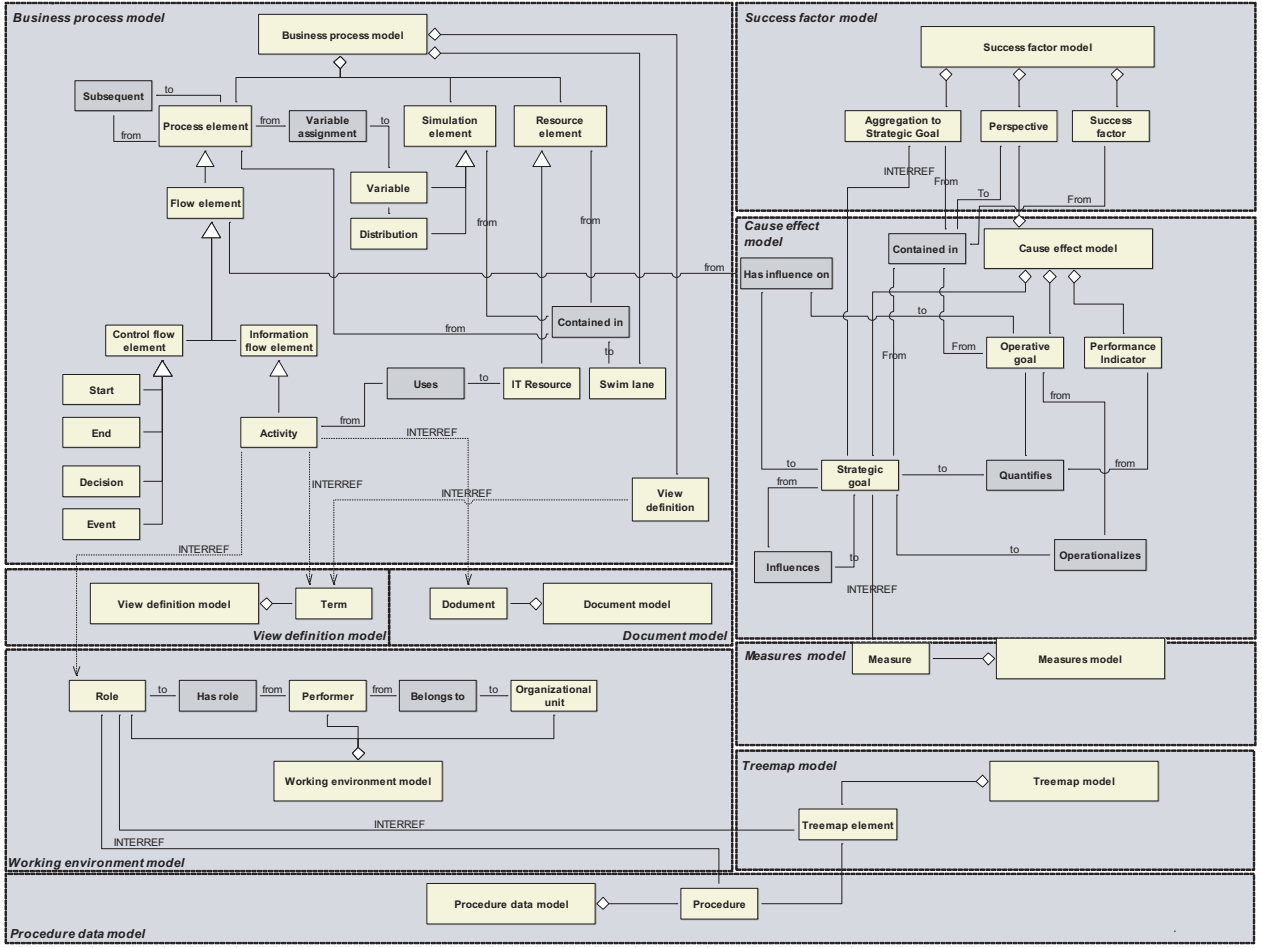


Figure 2: Excerpt of the Integrated Meta Model for Performance Management (Named relations are shown in dark grey)

and best practices, and the consequences on the operative allocation of their resources. Due to highly complex dependencies between these aspects and the large uncertainty of the future amount of evaluation procedures, the goal of the modeling procedure was to make these relationships explicit and provide a better basis of information for human decisions. It also marked a first step towards the specification of requirements for a more automated allocation of resources based on incoming data.

In detail, the modeling procedure consists of six steps - see table 1. For every step one or more model types are assigned that support the generation of results in the form of visual models. Thereby, the relevant factors for the management of performance are successively made explicit by letting human users create the models. Ideally, this process involves all executives who are responsible for the management of performance. Depending on the type and structure of the organization this may include top executives, line managers or process owners. The modeling procedure starts in *step 1* by determining *success factors*, which are essential for achieving an optimal performance of the organization. This concerns

the factors for the compliance with legal requirements, the competition with other NCAs, the human resource aspects, and the resource allocation. These factors are then grouped together and aggregated to *strategic goals* based on shared characteristics. This allows for an easier handling and the consolidation of information. Furthermore, it leads to a shared understanding of the goals of the organization as it is also demanded in the widely-used balanced scorecard approach [14].

In *step 2* the strategic goals are re-created using the cause effect model type. In the cause effect model, the dependencies between strategic goals are made explicit by using the *influence* relation. Next, suitable performance indicators are identified that allow to measure the strategic goals. To conduct this identification it can be reverted to a large number of performance measurement approaches that have been discussed in the literature - we refer to [12] for examples. The performance indicators are then linked in the cause effect model to the strategic goals using the *quantifies* relation. If necessary, *operative goal* elements can be used to further detail the strategic goals by linking them via the *operationalizes*

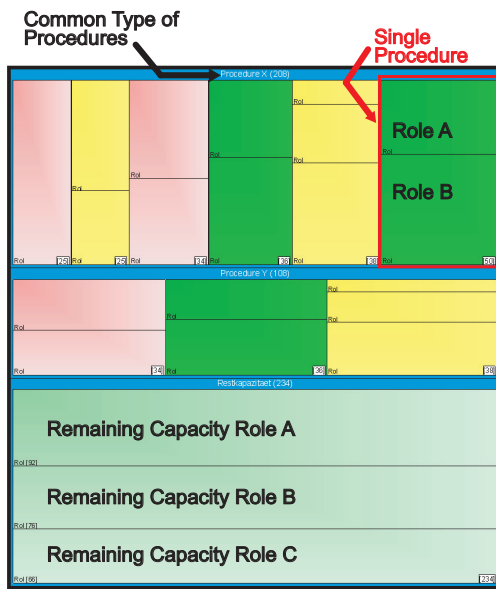


Figure 3: Illustration of the Treemap Modeltype

relation. This can be the case if a performance indicator only measures a part of a strategic goal or particular operational aspects of a strategic goal shall be highlighted. By representing this information about the goals and their relationships in a visual form, the users of the modeling language can easily discuss potential conflicts between the goals and the compliance to legal regulations.

In *step 3*, *measures* are assigned to the strategic goals. These stand for the possible actions that can be taken to improve a strategic goal in regard to its performance indicators [12]. In the context used here, measures are mainly used for collecting possible actions. The actual implementation of the actions takes place in *step 4*. Here, the *business processes* that are relevant for the performance management of NCAs are represented and linked to the strategic and operative goals. This concerns in particular the business processes for handling the evaluation procedures, which includes activities such as the application for new procedures, the allocation of resources for incoming procedures and clinical trial approval applications or the handling of crises. The business processes are represented by their control flow in the business process model, by their information flow through activities that can be linked to the *document model*, and by the roles of the performers in the *working environment model*. In addition, activities can be semantically annotated by using *terms* from the view definition model to enable the derivation of semantic based views on the business processes [10]. This has proven to be useful for complex business process models in the context of NCAs [11].

In order to provide support for the operative handling of resource allocations, the data about current and anticipated future evaluation procedures is represented in the *procedure data model* in *step 5*. In this data model, each evaluation procedure is characterized by its unique internal ID and esti-

mates of the expected resource consumption in the form of person hours per required role and about the expected cost recovery. Although these last two figures are subjective estimates and could so far not be further formalized, discussions with the management team at the Austrian NCA have shown that these estimates can be quite well given by the involved managers and can help them in their decisions about the operative resource allocation. This data is then used in *step 6* to create an information visualization of the committed and available resources in the form of a treemap [38] - see figure 3. It shows the evaluation procedures according to their type and based on their resource consumption per role - which determines the size of the treemap elements - and the expected cost recovery - which determines the color of the treemap elements. The remaining capacity per role is shown at the bottom, the total size of the visualization directly corresponds to the total capacity of all roles.

After the steps of the modeling procedure have been completed, the user is able to explore the relationships expressed in and between the models and thus gain an overview of the current implementation of the performance management. It further allows to create what-if scenarios by adapting all model parameters and analyzing the effects of these changes. Furthermore, the models can be made available to third parties in order to make the determining factors of performance management transparent.

### 3.3 Mechanisms and Algorithms

As already mentioned, several algorithms have been added to the modeling method. These include the visualization algorithm for the generation of the treemap models based on the procedure data, various analysis algorithms to query the mutual influence of strategic and operative goals on the business processes, and the automatic transfer of strategic goal definitions between the success factor model and the cause effect model.

### 3.4 Technical Implementation

The meta model was implemented on the ADOxx<sup>1</sup> meta modeling platform - see figure 4. To accomplish this, the meta model had to be transformed to the ADOxx specific implementation language ALL. The visual notation was specified in the graphical representation language GRAPHREP [9]. The mechanisms and algorithms were coded in AdoScript, which is a scripting language for the ADOxx platform. ADOxx provides multi-user support via a client-server architecture and provides several generic import and export functionalities for formats such as XML, HTML, and Microsoft Office file formats.

## 4. APPLICATION AND EVALUATION

The described modeling method has been applied in practice in the course of a scientific study of the University of Vienna in cooperation with the Institute Science and Information of the Austrian NCA AGES PharmMed. For reasons of confidentiality only an outline of the study will be given in the following. AGES PharmMed is a division of the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES). AGES is responsible for several tasks in regard to nutrition and health for the

<sup>1</sup>ADOxx is a commercial product and trademark of BOC AG.

Step	Description	Used Modeltype
1	Derivation of Success Factors	Success Factor Model
2	Derivation of Strategic Goals and Performance Indicators	Cause Effect Model
3	Assignment of Measures	Measures Model
4	Representation of Business Processes and Linkage to Strategic and Operative Goals	Business Process Model, Working Environment Model, Document Model, View Definition Model
5	Set-up of procedure data and linkage to Roles	Procedure Data Model
6	Visualization of Committed and Available Resources	Treemap Model

**Table 1: Steps of the Modeling Procedure**

Austrian government. AGES has been established by federal law as a private limited company with the sole owner being the Austrian federation. It therefore has to comply with all legal regulations that are applicable to private limited companies such as regulations about the articles of association and proper accounting principles. This concerns in particular the accounting of AGES PharmMed, which has to issue separate financial statements. In 2009 AGES PharmMed generated a turnover of about 21.2 mill. euro in fees that it can charge for the evaluation procedures. From this the largest part was spent on personnel costs, which amounted to about 19.5 mill. euro. Together with other revenues and additional costs, it generated a deficit of about 3.4 mill. euro [1]. Due to a settlement with the ministry of health this deficit is entirely absorbed. It is however one of the strategic guidelines of AGES PharmMed to reduce this deficit and establish the financial autarchy of AGES PharmMed in the future.

The main goal of the scientific study was therefore to apply the modeling method for performance management in one of the institutes of AGES PharmMed in order to develop opportunities for the optimization of its performance management. As the Institute Science and Information of AGES PharmMed is directly responsible for the application and resource allocation in regard to evaluation procedures including evaluations of clinical trial approval applications, it was the first choice for the study. Based on the outline of the general strategy of AGES PharmMed and an already existing strategy of the institute, the success factors and strategic goals were elaborated. This was done in a series of workshops with the executives of the institute. Thereby, it was focused on the central strategic perspectives of the institute's strategy: *financial autarchy*, *scientific competence*, and *reasonable workload of staff*. Whereas the first perspective is clearly derived from the overall AGES PharmMed strategy, the other two are of particular importance for the Institute Science and Information. As already mentioned above, the maintaining of a high scientific competence is essential for the evaluation procedures. At the same time the salaries paid by a public health authority do not amount to the levels paid by the pharmaceutical industry. Therefore, it has been essential to establish good working conditions including the optimization of the workload across all staff members.

After the derivation of the strategic goals the cause effect relationships were modeled and performance indicators were assigned to all goals. The final cause effect model contained thirteen strategic goals, six operative goals and forty-six performance indicators. The next step was the elaboration of appropriate measures that could be used to reach the strategic goals. In total four areas for measures could be

identified: *strategy*, *processes*, *knowledge management*, and *procedure handling*. The focus was then put on the measures for procedure handling as they constituted the most relevant aspect for the performance management. In order to analyze the current status of the application and resource allocation processes for the evaluation procedures, interviews with the operative managers for handling these tasks were conducted. Based on this information the according business processes were modelled including the working environment of the institute. To analyze the mutual influences between strategic and operative goals and activities in the business processes, the necessary links were established between these models. This gave already a good insight into the complex decision process and the influence of the various strategic goals and according performance indicators. It could be directly seen, in which business processes improvements for certain performance indicators could be made and which other strategic goals and indicators could be affected.

The final step was the provision of the data on the evaluation procedures. This could be accomplished by querying the existing data bases and making the data available in the modeling tool. Based on the subjective estimates for the hours per role to be allocated to each procedure and the estimated costs, according treemap models could be generated. Additionally, the treemap models were used to evaluate possible changes in the resource allocations. Although the existing treemap algorithm was able to create the visualizations, it turned out that due to the high number of procedures, the visualization of a resource allocation of a whole year would need further adaptation. However, for the medium and short-term planning it proved satisfactory.

Based on the insight that could be gained through the analysis of the created models, a first version of the future process for the allocation of resources across all other processes could be set up. Furthermore, it was agreed to constantly evaluate this process and add more details to it during its actual execution. Thereby, it is envisaged to gain a better understanding of how to deal with resource allocation requirements in the future and which data - either by using performance indicators or external factors - may be used to optimize the allocation.

When evaluating the designed modeling method in regard to the specific requirements of NCAs, the following can be stated: Due to the legal regulations and compliance requirements, the choice of measures to influence the handling of procedures was not very large and could be reduced to eight concrete measures. Even though these measures were valid from a theoretical point of view, the implementation



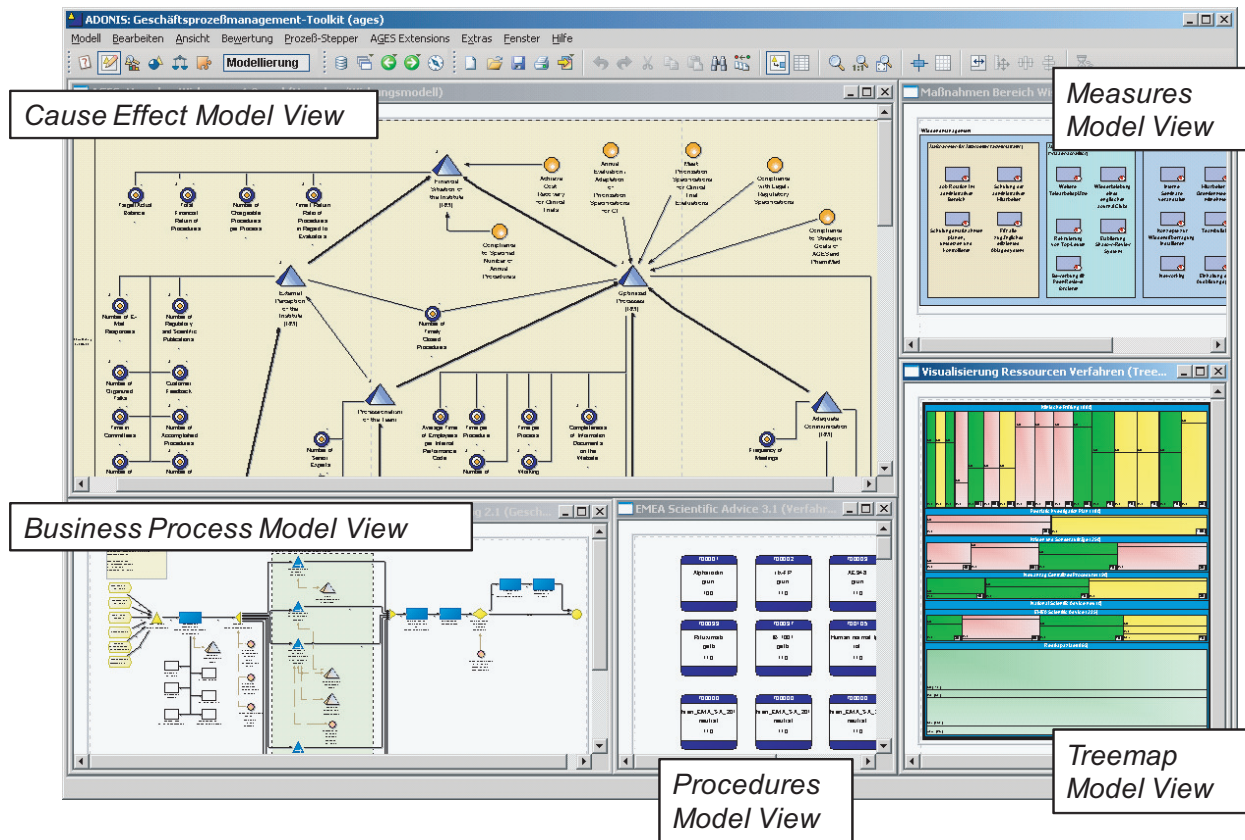


Figure 4: Implementation on the ADOxx Platform

in practice could only be considered for some of them due to dependencies with other strategic goals. As an example, one measure concerned the increase of fees for procedures that were not regulated. However, this would be detrimental in regard to the competition with other NCAs in Europe where AGES PharmMed could recently position itself as a well skilled authority. The analysis of such dependencies was directly supported by the modeling method. Although some of the involved executives would have reached the same conclusions, the explication in the form of models allowed a common understanding of these relationships and could serve as a basis for future adaptations. In addition, the models are meant to be made available to involved employees on the intranet to achieve a higher level of transparency and a technical solution has been established for this purpose. Thereby, it is envisaged to facilitate a better understanding of the overall decision process and help to raise the awareness of the involved complexity when taking human resource decisions. Hard facts such as an improvement of the financial situation of the institute cannot be directly related to the modeling method as the share of human knowledge processing is very large in this approach. However, it may be worthwhile in the future to conduct a survey with all persons involved to assess their subjective impression of the use of the modeling method. The feedback received so far has however indicated the appropriateness and usability of the method.

## 5. RELATED WORK

When comparing our approach to existing work three main areas can be identified: IT-based modeling methods, job-shop scheduling approaches, and information visualization approaches for strategic management. In the area of IT based modeling methods for performance management, several academic and industry solutions have been developed [2, 36, 37, 24]. The most closely related are the approaches for a modeling method for integrated performance management [36] and the business engineering navigator [2]. Although the meta model of the integrated performance management approach is similar to ours, it neither provides a linkage to the process based view for deploying performance management nor does it offer a direct support for allocating resources. The business engineering navigator on the other side is more directed towards business-IT alignment. Although several aspects for linking strategy and performance are available in this approach, its focus on integrating IT infrastructures would have clearly exceeded the requirements of NCAs at the current stage. And likewise it does not offer support for an on-demand resource allocation.

For supporting the allocation of resources several approaches have been developed in the past. In production management and manufacturing, similar resource allocation problems have been discussed in job-shop scheduling. Job-shop scheduling characterizes production orders that have different routes



and the orders may visit a given route several times. These approaches aim for feasible, robust, and optimal schedules, thus delivering optimal performance in regard to the processing of orders. General deterministic optimization models that are used in this field where all parameters are known based on a finite number of jobs can not be related to the problem at hand. This is due to the large uncertainty of incoming evaluation procedures and the multi-dimensional nature of the dependencies of actions. Nevertheless, more specific approaches for dealing with uncertainty and on-demand scheduling can be related [21]. As pointed out in [34] however, formal frameworks for online scheduling and rescheduling have so far not yet been established. These would be required for NCAs to deal with suddenly incoming procedures and changes in procedures. So far, also approaches dealing with uncertainty in scheduling would at least require to have a description of the uncertainty parameters either in bounded form, through a probability description, or by using fuzzy sets [21]. Unfortunately, in the case at hand these estimates cannot be given at the current stage. It may however be possible to apply some of these approaches in the future when sufficiently precise log data from the executed performance management processes is available.

Apart from mathematical approaches, the use of visualizations has also been reported to support decision makers in strategic problem solving and the scheduling of resources. In [18] a theoretical framework has been described to link visual modeling and visualization techniques for strategic analysis. In this way it is similar to our approach although it focuses mainly on the visualization aspects and does not describe the formal relationships. In the area of manufacturing it has been found that in some cases humans using graphic interactive scheduling systems were superior to dispatching rules in multiple objective situations [3]. This strongly supports our approach of using the treemap visualizations for supporting the allocation of resources.

## 6. CONCLUSION AND OUTLOOK

It has been shown that the performance management for national competent authorities is a complex issue that involves several dimensions. The described modeling method has been found to well support the human decision makers and provide a first step towards a formalization of the alignment between an NCA's strategy and its operative processes. The use of treemap visualizations proved to be a good way to support the allocation of resources under multiple constraints and the high uncertainty that NCAs face. By applying the same approach also to other NCAs in Europe it can directly enable the comparison and benchmarking between NCAs, thus giving additional insight into possible options for the optimization of performance in this domain.

Although the approach builds upon the requirements of public health authorities, it has been designed in a way that allows for a direct application to other domains. For example, the described model type for specifying procedure data could be directly re-used for representing the data of customer requests in a service domain or orders in a production plant. In the same way, the corresponding treemap model could be adapted to show the status of these requests or the types of orders. In addition, the approach could be re-used for existing business process modeling projects to take into account also

strategic perspectives in the form of the success factor model and the cause effect model.

For the future it is planned to further detail the approach by making it part of a daily work routine. Thereby, it is envisaged to enhance the available data on performance indicators and the allocation of resources, which could then be used for additional optimization techniques.

## 7. ACKNOWLEDGMENTS

Parts of the work on this paper have been funded by the Austrian Science Fund in the course of an Erwin-Schrödinger fellowship grant number J3028-N23. We would also like to thank the anonymous reviewers for their helpful comments.

## 8. REFERENCES

- [1] AGES PharmMed. Jahresbericht PharmMed 2009 (German: Annual Report PharmMed 2009), 2009. [http://www.basg.at/uploads/media/2009\\_Jahresbericht.pdf](http://www.basg.at/uploads/media/2009_Jahresbericht.pdf) accessed 2010-08-04.
- [2] S. Aier, S. Kurpjuweit, J. Saat, and R. Winter. Business Engineering Navigator – A Business to IT Approach to Enterprise Architecture Management. In S. Bernard, G. Doucet, J. Götze, and P. Saha, editors, *Coherency Management – Architecting the Enterprise for Alignment, Agility, and Assurance*, pages 77–98. Bloomington, 2009.
- [3] D. Baek, S. Oh, and W. Yoon. A visualized human computer interactive approach to job shop scheduling. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 12(1):75–83, 1999.
- [4] T. Boland and A. Fowler. A systems perspective of performance management in public sector organisations. *The International Journal of Public Sector Management*, 13(5):417–430, 2000.
- [5] D. Bulos and S. Forsman. Getting started with adapt, 1998. [http://www.symcorp.com/downloads/ADAPT\\_white\\_paper.pdf](http://www.symcorp.com/downloads/ADAPT_white_paper.pdf) accessed 2010-08-04.
- [6] R. Eccles. The performance measurement manifesto. *Harvard Business Review*, January-February:131–137, 1991.
- [7] European Medicines Agency (EMA). Fees of the ema - medicinal products for human use, 2010. [http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/regulation/general/general\\_content\\_000020.jsp&murl=menus/regulations/regulations.jsp&mid=WC0b01ac0580024910](http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/regulation/general/general_content_000020.jsp&murl=menus/regulations/regulations.jsp&mid=WC0b01ac0580024910) accessed 2010-08-04.
- [8] European Medicines Agency (EMA). List of national competent authorities (human), 2010. [http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/medicines/general/general\\_content\\_000155.jsp&murl=menus/partners\\_and\\_networks/partners\\_and\\_networks.jsp&mid=WC0b01ac0580036d63](http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/medicines/general/general_content_000155.jsp&murl=menus/partners_and_networks/partners_and_networks.jsp&mid=WC0b01ac0580036d63) accessed 2010-08-04.
- [9] H.-G. Fill. UML Statechart Diagrams on the ADONIS Metamodeling Platform. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 127(1):27–36, 2004.
- [10] H.-G. Fill. *Visualisation for Semantic Information Systems*. Gabler, 2009.
- [11] H.-G. Fill and I. Reischl. An approach for managing clinical trial applications using semantic information models. In S. Rinderle-Ma, S. Sadiq, and F. Leymann,

- editors, *BPM Workshops 2009*, LNBP, pages 581–592. Springer, Ulm, Germany, 2009.
- [12] F. Franceschini, M. Galetto, and D. Maisano. *Management by Measurement - Designing Key Indicators and Performance-Measurement Systems*. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2007.
  - [13] R. Kanusky. Pharmaceutical harmonization: Standardizing regulations among the united states, the european economic community, and japan. *Houston Journal of International Law*, 16:665–708, 1993.
  - [14] R. Kaplan and D. Norton. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *Harvard Business Review*, January-February 1996:75–85, 1996.
  - [15] D. Karagiannis. 1st International Workshop on OMI: The 'Conceptualisation - Process' within the Open Models Initiative, 2010. [http://www.openmodels.at/c/document\\_library/get\\_file?p\\_l\\_id=65121&folderId=65129&name=DLFE-2510.pdf](http://www.openmodels.at/c/document_library/get_file?p_l_id=65121&folderId=65129&name=DLFE-2510.pdf) accessed 2010-08-04.
  - [16] D. Karagiannis, H.-G. Fill, P. Hoeffler, and M. Nemetz. Metamodeling: Some application areas in information systems. In R. Kaschek and et al., editors, *UNISCON*, pages 175–188. Springer, 2008.
  - [17] D. Karagiannis and H. Kuehn. Metamodeling platforms. In K. Bauknecht, A. Min Tjoa, and G. Quirmayer, editors, *Third International Conference EC-Web 2002 Ů Dexa 2002*, LNCS2455, page 182. Springer, Aix-en-Provence, France, 2002.
  - [18] E. Kazancioglu, K. Platts, and P. Caldwell. Visualization and visual modelling for strategic analysis and problem-solving. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Information Visualisation (IVS05)*. IEEE, 2005.
  - [19] C. Kung and A. Soelvsberg. Activity modeling and behaviour modeling. In T. Olle, H. Sol, and A. Verrijn-Stuart, editors, *Proceedings of the IFIP WG 8.1 Working Conference on Comparative Review of Information Systems Design Methodologies: Improving the practice*, pages 145–171. Noordwijkerhout, The Netherlands, 1986.
  - [20] S. Kurpjuweit and R. Winter. Viewpoint-based meta model engineering. In M. Reichert, S. Strecker, and K. Turowski, editors, *2nd International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures*, St. Goar/Rhine, Germany, 2007. Gesellschaft fuer Informatik.
  - [21] Z. Li and M. Ierapetritou. Process scheduling under uncertainty: Review and challenges. *Computers and Chemical Engineering*, 32:715–727, 2008.
  - [22] C. Lichka. Strategic monitoring and alignment to achieve business process best practices, 2005.
  - [23] C. Lichka. *Business Scorecarding as model-driven approach for strategy implementation*. Phd thesis, University of Vienna, Austria, 2006.
  - [24] C. Lichka, H. Kuehn, and D. Karagiannis. ADOscore - IT gestuetzte Balanced Scorecard (German: IT based Balanced Scorecard). *wisu-Das Wirtschaftsstudium*, (7):915–918, 2002.
  - [25] F. Melchert, R. Winter, and M. Klesse. Aligning Process Automation and Business Intelligence to Support Corporate Performance Management. In N. Romano, editor, *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems*, pages 4053–4063. New York, 2004.
  - [26] H. Mertschnig and T. Walles. Europe's advanced therapy medicinal products: chances and challenges. *Expert Review of Medical Devices*, 6(2):109–110, 2009.
  - [27] T. Mettler and P. Rohner. Performance management in health care: The past, the present, and the future. In H. Hansen, D. Karagiannis, and H.-G. Fill, editors, *Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen*, pages 699–708. Books@ocg, Vienna, 2009.
  - [28] J. Mylopoulos. Conceptual Modeling and Telos. In P. Loucopoulos and R. Zicari, editors, *Conceptual Modelling, Databases and CASE: An Integrated View of Information Systems Development*, pages 49–68. Wiley, 1992.
  - [29] L. Obrst. Ontologies for semantically interoperable systems. In *Proceedings of the 12th International Conference on Information and Knowledge Management*, New Orleans, 2003. ACM Press.
  - [30] OECD. *OECD Health Policy Studies: Pharmaceutical Pricing Policies in a Global Market*. Industry, Services & Trade. OECD, 2008.
  - [31] OECD. Oecd health data 2010 - version: June 2010, 2010. <http://www.ecosante.org/index2.php?base=OCDE&langs=ENG&langh=ENG>, accessed 2010-08-04.
  - [32] D. Otley. Performance management: a framework for management control systems research. *Management Accounting Research*, 10:363–382, 1999.
  - [33] G. Permanand. *EU pharmaceutical regulation: The politics of policy-making*. Manchester University Press, Manchester; New York, 2006.
  - [34] M. Pinedo. *Scheduling Theory, Algorithms, and Systems*. Springer, New York, 2008.
  - [35] F. Ronaghi. *Integrated performance management*. Phd thesis, University of Vienna, 2005.
  - [36] F. Ronaghi. A modeling method for integrated performance management. In *16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA '05)*, pages 972–976. IEEE, 2005.
  - [37] A.-W. Scheer and W. Jost. Von der Prozessdokumentation zum Corporate Performance Management (German: From Process Documentation to Corporate Performance Management). In A.-W. Scheer, W. Jost, H. Hess, and A. Kronz, editors, *Corporate Performance Management*, pages 1–6. Springer, 2005.
  - [38] B. Shneiderman. Tree visualization with tree-maps: 2-d space-filling approach. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 11(1):92–99, 1992.
  - [39] P. Taticchi. Performance measurement and management: what is next? *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(2), 2009.
  - [40] E. Van Ginneken and R. Busse. The future of pharmaceutical policy in the european union until 2025: Results of a delphi survey. *Journal of Pharmaceutical Health Services Research*, (1):53–60, 2010.
  - [41] K. Verweire and L. v. d. Berghe. *Integrated performance management a guide to strategy implementation*. Sage, 2004.

# ReGIS – A Web Application Platform-based University Research Group Information System

Oliver Gaß  
University of Mannheim  
Chair of Information Systems IV -  
Enterprise Information Systems  
+49 621 181 3607  
gass@eris.uni-mannheim.de

Christoph Krammer  
University of Mannheim  
Chair of Information Systems IV -  
Enterprise Information Systems  
+49 621 181 3609  
krammer@eris.uni-mannheim.de

Alexander Maedche  
University of Mannheim  
Chair of Information Systems IV -  
Enterprise Information Systems  
+49 621 181 3727  
maedche@eris.uni-mannheim.de

## ABSTRACT

A new class of integrated information systems that specifically addresses the needs of universities has emerged under the name of campus management systems. Campus management systems follow the same concept as integrated enterprise systems in companies and focus on a set of well-defined, structured processes that are standardized and streamlined for the entire university. Besides these university-wide processes, we have identified the need to support and optimize processes on the level of the individual university research group. In this paper we describe the Web application platform based research group information system, ReGIS. It complements university-wide campus management systems with a flexible approach to support and optimize research group-level processes. We provide a detailed description of our approach, including the results of our process analysis as well as the underlying conceptual framework, the current implementation status and first application results of the ReGIS system.

## Keywords

Information Systems Application, Standardization, Enterprise Systems, Customer Relationship Management

## 1. INTRODUCTION

Universities are faced with increased national and international competition due to the establishment of teaching and research standards and the governmental expectation to acquire third party funding. The need for an increase in professionalism at universities is driven by various factors: First, the international alignment of bachelor and master studies implemented by the Bologna reformation has resulted in an increase in complexity regarding the offered courses of study. Second, universities are faced with more competition between each other. This is enforced with international standards such as conference and journal rankings. Finally, universities need to be attractive for students, researchers and industry to establish cooperation and attract 3<sup>rd</sup> party funding.

Given this situation, universities as service businesses need to think of ways to increase productivity [6]. Service businesses are among the main beneficiaries of increased investment in information & communication technologies, leading to faster growth in labor productivity and in many cases more total factor productivity growth [24]. To enable standardization and drive for process excellence, integrated information systems have been introduced in the form of campus management systems at universities [1]. The underlying concepts of campus management systems are similar to integrated enterprise systems, such as ERP, in companies: a shared database is established and end-to-end processes involving all relevant stakeholders are defined and standardized. Campus management systems typically focus on core processes of a university, e.g., managing student accounts, managing degree programs, coordinating exams, lesson planning and cross-sectional functionalities such as reporting. In addition to these core processes, more advanced scenarios such as alumni management are supported. Campus management systems typically focus on a set of well-defined, structured processes that are standardized for the entire university. Primary focus is set on student lifecycle and relationship management, often following customer lifecycle concepts derived from marketing research.

Besides these university-wide processes, we have recognized the need to support and optimize edge processes on the local level of a university research group. Examples are research group-specific approval processes (e.g., for books procurement) and operational teaching activity support (e.g., thesis management). This kind of extension requirements are similar to the challenges enterprises are faced with when introducing and standardizing on a central integrated enterprise systems. Typically, such requirements are solved by pragmatic, localized solutions such as spreadsheets or small databases on the departmental level. The key advantage of these approaches is that they are very fast and easy to implement. Major problems of such solutions are that they can result in a chain of events leading to data duplication, data inconsistencies and disjoint applications with a lack of integration. Such shortcomings lead to company-wide inefficiency resulting in increased costs for operations and overall opacity. More sustainable approaches to address these flexibility requirements are provided by so-called composition or application platforms. These platforms enable the creation of composite edge applications on top of or in extension to company-wide standardized enterprise systems. Typically, such platforms include capabilities such as business object and data management, connectivity and integration, business process management tools, development tools and user-interface generators. They can be installed within the company or consumed as Web platforms.

Examples of locally installed, on-premise application platforms addressing departmental needs are Lotus Notes/Domino [12] and Microsoft Office Server including Sharepoint [18] in combination with Microsoft Dynamics as the core application platform. Various web-based on-demand platforms have appeared recently, one prominent example is Force.com [2] by Salesforce.com.

In this paper we describe ReGIS, an information system that provides flexible edge process support for a university research group. It relies on a Web application platform and extends university-wide campus management systems. The paper is structured as follows: Section 2 gives an overview on related work and describes the identified research gap. Section 3 provides an overview on the research approach that has been pursued and specifically articulates four key research questions. Section 4 introduces the entire set of processes we have defined for our research group. Section 5 describes the underlying conceptual framework of ReGIS and section 6 presents the implemented solution and its key capabilities. Section 7 provides the first results of the real-world application of ReGIS based on usage data and a time/cost study comparing process execution before and after introduction. Finally, we summarize the paper in Section 8 and give an outlook on future work.

## 2. RELATED WORK

Campus management systems follow a similar concept as integrated enterprise systems in companies. Alt and Auth provide a detailed overview of the current state in research and practice [1]. A wide range of campus management systems has been developed over the last years; commercial products are available on the German and international market. Examples from the national German market include SAP's Campus Management, CAS Campus, the offerings by HIS GmbH and Datenlotsen. The international market is specifically driven by the US, including offerings by Talisma, the Campus Management Corporation and Eduswift. The primary scope of the campus management systems is set on university-wide processes, specifically student lifecycle management and course planning. With the increasing popularity of internet portals, modern campus management systems also offer self-service functionalities to students and staff members

Campus management systems typically follow an ERP II approach [4]. ERP II refers to an alternate class of information systems in which flexible and customized federations of smaller business components interact, even beyond enterprise boundaries, by means of a platform-neutral communication bus [9]. ERP II is an evolution of the well-known concept of ERP. In contrast to standard ERP systems, which lack to integrate the three major stakeholders (the company, the supplier, and the customer), due to conceptual as well as technical issues, ERP II extends business processes, opens application architectures, provides vertical-specific functionality and is capable of supporting global enterprise-processing requirements. This is accomplished by componentization and integration of front-office tools and different kinds of collaboration and coordination platforms with back-office functionalities represented by a core ERP system [19] [16]. In addition, ERP II also comprises of a business strategy and a set of industry domain specific applications that drive customer and shareholder value by enabling and optimizing enterprise and inter-enterprise, collaborative operational and financial processes [4]. While ERP II was initially discussed in the context of Supply Chain Management systems, fundamental

findings can be applied to supply chains of services and eventually on services in general [14].

From a conceptual point of view, the idea of student relationship management derived from CRM has been introduced in [11]. The major goal is the strategic orientation of the entire academy aiming at the increase of student satisfaction and the creation of additional value for the students as well as for the academy. The authors describe potential uses within the context of higher education management, but do not further discuss what an actual implementation could look like. Seeman and O'Hara have explored customer relationship management in a particular higher education setting. They investigated the development and implementation, as well as the benefits of a CRM project in a state community college. The project resulted in the expected increased student loyalty, retention and satisfaction with the college's programs and services [21]. A case-study by Tapp et. al [22] reveals the potential of direct marketing and customer relationship management for higher education using the example of the University of the West of England. While the study majorly focuses on the strategic marketing tools to attract more applicants, it also proves how important an underlying analytical CRM is to decide upon the right strategy in higher education.

Existing work and commercially available implementations in the context of campus management systems focus on supporting a set of pre-defined, university-wide processes. Besides streamlining standardized university-wide processes, there is an additional need for support edge processes. The need for edge process support is not specific for universities; this need also has been identified when using ERP in businesses in general [13]. Edge process requirements usually have been addressed by pragmatic and localized approaches in the past, relying on spreadsheets or departmental databases. So-called composition platforms have been established by major enterprise software vendors during the last five years (e.g., SAP NetWeaver Composition Environment). They typically include basic functionalities such as business process modeling and execution, services connectivity, basic data management and UI generators. Recently, Web application platforms have been established as a result of an on-going general trend towards on-demand services [8]. The reasons to rely on internet-based software services are of a complex nature. Important drivers are the total cost of ownership and the available technical know-how [3]. The market of Web application platforms is very wide and heterogeneous. It ranges from easy to learn platforms which offer only limited modeling capabilities and force the user to develop applications along predefined templates, to fully fledged development and runtime environments such as the Google App Engine and Microsoft Azure which allow the development of comprehensive applications from scratch [15]. According to this classification the Force.com platform, one of the oldest and most advanced Web platform on the market, ranges somewhere in the middle. It provides basic but easy to learn customization features which allow quick adjustments to a changing environment. In addition, it offers a sophisticated programming environment based on the APEX programming language to the tech-savvy user.

Web platforms provide an interesting opportunity specifically for the university application domain. They do not require a lot of infrastructure investments, are simple to learn and allow for the easy creation of edge processes extending the centrally established campus management systems. In this paper we will analyze and describe the potential opportunities of combining existing

integrated campus management systems with Web platforms to enable the implementation of edge processes on the research group level.

### 3. RESEARCH APPROACH

The reasons for starting the research described in this paper are manifold: First, we recognized the need for enhanced process support in our daily work on the research group level which was not provided centrally on the university level. Second, as a research group for enterprise information systems we wanted to “practice what we preach” within our own environment. Third, as discussed in the related work section the combination of integrated enterprise systems with Web platforms enabling edge processes is not well researched in general. Based on our literature study and the above mentioned real-world challenges, we have identified the following research questions:

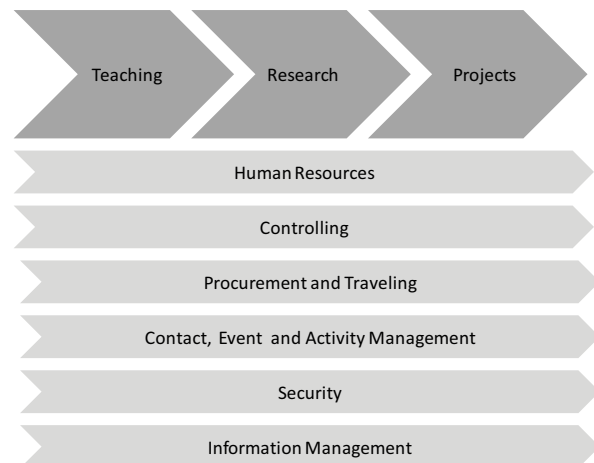
1. What are typical edge process candidates on the research group level?
2. How to design a research-group level information system that is extending and complementing centrally available campus management systems? Do existing Web application platforms provide the required key capabilities?
3. What is the adoption behavior and what are the potential advantages (with regards to time/cost) of such a research group information system compared to manual execution of the edge processes?

We applied the principles of action research [7] to our work and followed the general design cycle as described in [23]. Our fundamental thinking in this work is that processes of change are especially well suited to gain a deep understanding of systems. We are carrying out a spiral of steps, each of which is composed of a circle of planning, action, and fact-finding around the result of the action. The individual activities and their results are documented in the subsequent sections.

### 4. PROCESS ANALYSIS & DESCRIPTION

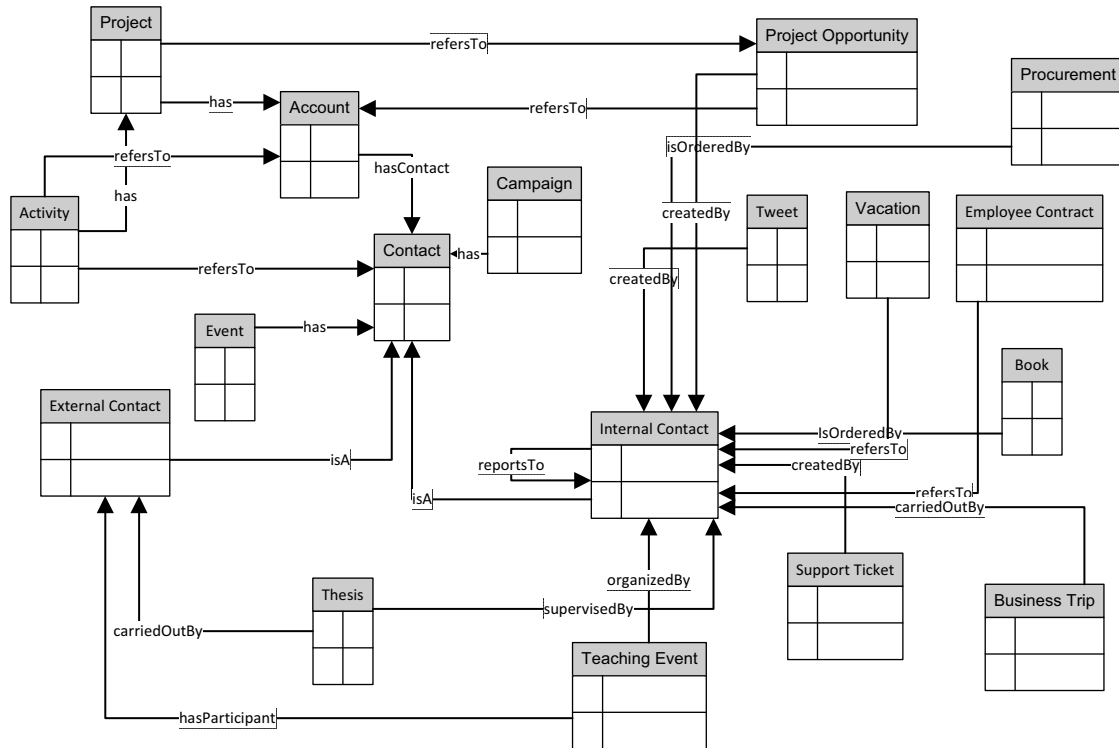
Process analysis and description techniques have been a part of manufacturing for decades. The techniques started in closed system manufacturing (e.g., chemical processing industry & food processing industry), where a total process perspective was necessary, and then progressed to discrete manufacturing (e.g., automotive industry). More recently, the service sector has discovered the value of these techniques. Process improvement in the service industry has an advantage - labor costs are higher, so making their core process more efficient can have a substantial impact. The service industry differs from manufacturing in several ways: 1) Production and consumption of services is simultaneous. 2) Services can't be saved or inventoried, 3) The solutions are driven by performance, ideas, concepts, etc.

In general, a research group is an organization unit that provides education services and creates research output in different forms. Managing a research group shares many similarities with managing small and medium sized companies or a department being part of a larger enterprise. The chairperson has end-to-end responsibility for all processes. A budget needs to be managed and the fulfillment, quality and compliance of services provided need to be ensured. Our research group “ERIS” is, from an organizational point of view, a chair within the business school of our university. The research group was established from scratch and joined the faculty in September of 2009. At the beginning, we engaged in various entities within the university, specifically other research groups, the faculty and the university administration at different organizational levels to better understand the major processes, roles and responsibilities. We defined a rough framework for all processes at our research group: we distinguished between core and support processes as visualized in Figure 1.



**Figure 1: Research Group Processes**

Core processes comprise of teaching, research and projects. The area of teaching covers all activities in the context of education. This includes the planning and execution of our teaching program (lectures, seminars, etc.), the management of thesis projects and certificate creation. Research covers for example the dissertation and habilitation sub-process as well as the definition of all involved activities for submitting publications. In the third core area of projects, we have defined all activities required to execute internal as well as externally funded industry projects by public organizations and industry. The two areas of research and projects do overlap: the reason to introduce two explicit categories was to emphasize the importance of project-centric work in research at our research group.



**Figure 2: Excerpt from Conceptual Model**

Support processes include human resources, finance and controlling, procurement, traveling, external and internal communications, activity management and facility management including security and information management. In the area of human resources we look specifically on employee and student assistant management from an onboarding and off-boarding perspective. Finance and controlling specifies budget planning and monitoring activities for the entire research group. Procurement deals with all activities involved when acquiring goods for the chair (e.g. books, office equipment, etc.). Traveling defines all necessary steps to carry out a business trip. Communications and activity management describes the way interaction should be structured, organized and documented. Facility management and security defines the rules for securing our office and associated data. Finally, information management deals with all IT provisioning processes.

The individual processes are further refined into more detailed sub-processes and, finally, broken down into detailed activities. For each process a process owner from the team (professor, office assistant or research assistant) was defined. The goal of the process owner was to initially define and document the process, align it with the team and keep track of changes.

We used the Business Process Modeling Notation (BPMN) [25] to initially model the processes. Besides BPMN, we also made use of the RACI methodology [5] to explicitly document responsibilities on a detailed level. We established process description templates as a basis for explanation of the individual process steps and document responsibilities. Because processes

are always living, we decide to use a Wiki to publish the process descriptions and allow for easy track keeping of changes.

It is important to emphasize that there is no strict separation between university level, faculty level and research group level processes. Many activities of the identified research group level processes have direct relationships with university or faculty level processes, and there is already central information system support for some of them. Typically, university or faculty level processes are complemented by research group level processes. For example, the research sub-process thesis management is from a high-level perspective driven by the university level: this mainly includes ReGISTRATION of the thesis and finally delivery of the certification including the grade. Beside these two major general steps, more detailed activities are performed on the research group level. For example the Web pages of the chair need to be updated and dates or intermediate & final presentation dates of the thesis need to be scheduled.

The major goal of the process analysis and description was to get a comprehensive and detailed view on all relevant processes, associated sub-processes and activities from a research group perspective. The process analysis and description provided the basis for creating the conceptual framework for ReGIS and defining the actual scope for the ReGIS implementation project.

## 5. CONCEPTUAL FRAMEWORK

In this section, we provide an overview of the conceptual framework of our approach. We start by introducing the underlying conceptual model. Besides the conceptual model, we

also explain how our approach may be embedded into a university IT landscape by providing a conceptual architecture.

## 5.1 Conceptual Model

Our conceptual model follows an “anything relationship management” oriented approach (xRM). This approach has been derived from customer relationship management (CRM) and can be considered as a strategy for systematic management of all kinds of relationships-not just those with customers. An excerpt of our conceptual model is visualized in Figure 2. Following the customer relationship management approach, we center all business objects on the central object “contact”. A contact can be either an internal contact or an external contact. Internal contacts are members of the research group: professor, guest lecturers, office assistants, research assistants and student assistants. External contacts are always assigned to an account, which represents an organization; either a company or a public organization. Besides the central “contact” object, we have defined a set of associated business objects capturing data required in core and support processes, e.g., projects and project opportunities, teaching events, research events, etc. The different objects are explicitly networked between each other, e.g., the thesis object is related with contacts and accounts, meaning that a research assistant (in the instance of an internal contact) may offer and supervise a thesis project for a specific student in cooperation with a company.

A major reason for modeling and exposing explicit relationships between the various business objects is to enable usage scenarios beyond pure transaction-oriented execution of business processes. This is of specific importance for knowledge-intensive research group processes, where only small subsets of activities are of transactional nature. Our model also includes objects capturing data that is stored in central university-wide management systems. For example, students are also centrally registered in the campus management system.

## 5.2 Conceptual Architecture

Existing components are the centrally provided university campus management systems as well as the universities, the faculty and finally our research group web sites. We complement the existing components by introducing a dedicated research group information system that is accessible via a web interface and from desktop tools, specifically personal productivity tools such as an email client.

As mentioned earlier, we propose to run the research group information system on the basis of a web application platform provided in the form of a Platform-as-a-Service (PaaS). By doing so, we minimize efforts for operations and maintenance.

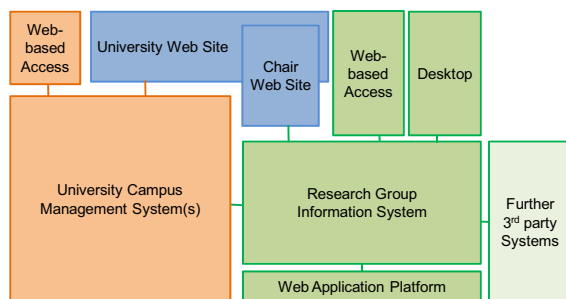


Figure 2: Conceptual Architecture

The research group’s information system exposes data to the research group web sites via web services and interacts with the university campus management system for data exchange. The data exchange between the university system and the research group system is challenging, e.g., one is faced with data consistency and redundancy issues. We will further elaborate in section 6 on the challenges we have been faced with.

Furthermore, we enable enhancement of the core research group information system by further 3<sup>rd</sup> party systems providing specific functionality. For example, in our concrete case, we use the campaign management system Mailchimp [17] and Microsoft Windows Sharepoint Services [18] enabling document management and collaboration.

## 6. IMPLEMENTATION

In this section we describe the implementation of ReGIS in detail. First, we briefly illustrate how the underlying web application platform has been selected. Second, we provide an insight into the implementation approach we have pursued. Third, we will sketch the actual functionality that has been implemented so far. Finally, we describe challenges we have been faced with during selection, implementation and introduction of ReGIS.

### 6.1 Web Application Platform Selection

We defined several boundary conditions as an initial step in the selection process: First, we did not want to implement a new custom solution from scratch, so we followed our fundamental relationship management approach (ideally basic CRM functionality should be already available). Second, the platform should be easily extensible on a configuration and code implementation basis. In contrast to basic web development platforms such as the Google App Engine [10], web application platforms typically include a set of capabilities enabling efficient creation and maintenance of business objects, business logic and associated user interfaces. Third, the platform should be 100% web-based and be hosted and operated by a professional third party provider ensuring stable operations and security independent of resources from our research group. We performed a market research on available web application platforms fulfilling the above mentioned boundary conditions. Several startups have launched web application platform offerings recently. Many of them offer comprehensive configuration and development capabilities for business applications, but they mainly lack any pre-defined business objects or pre-packaged solutions such as CRM.

We made the decision to use Force.com [2] which is provided by Salesforce.com. Our main reasons for selecting Salesforce.com were the comprehensive out-of-the-box CRM functionality, the size of the vendor with the proven success in the market and the availability of the comprehensive web application development platform Force.com. Furthermore, subscription costs for public and non-profit organizations are the following: the first 10 subscriptions are for free, further subscriptions can be acquired with an 80% discount.

### 6.2 Implementation Process

We followed an agile implementation approach. The entire implementation was structured in multiple waves. In the first wave, the overall set of requirements was collected and the first set of capabilities was realized. The requirements were based on the defined processes and the conceptual model. For each wave,



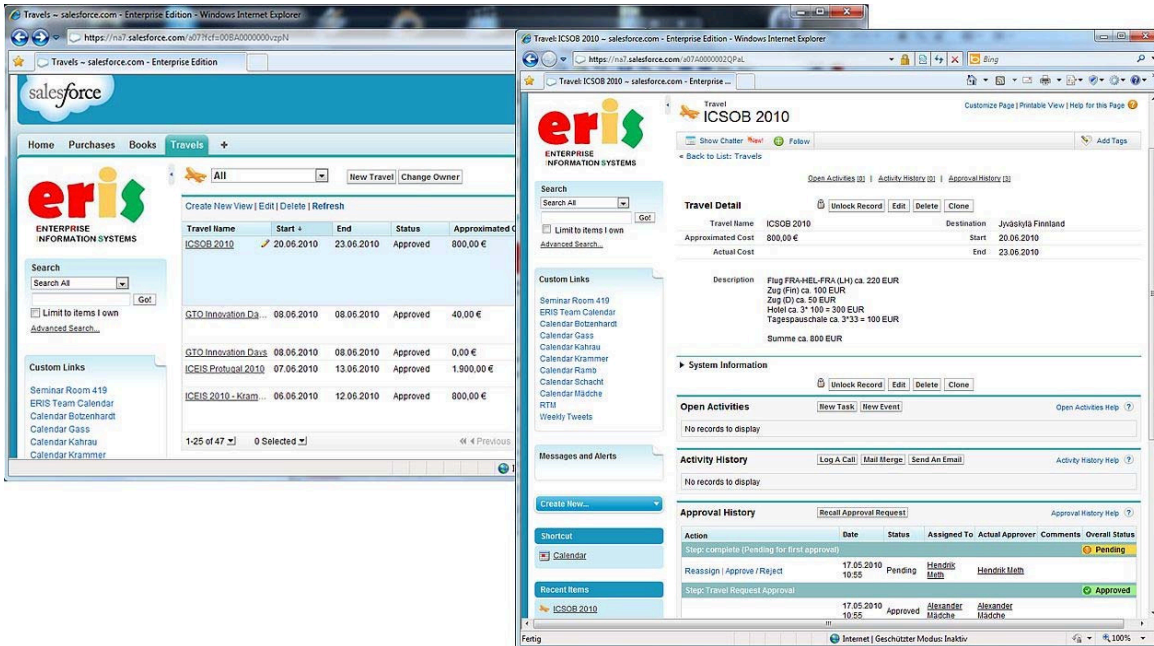


Figure 3: Screenshot showing the travel planning support by ReGIS

requirements were classified into the specific process categories and prioritized. The prototype of the first implementation wave focused on basic capabilities such as user management, security and the existing core CRM functionalities such as contact and account management, event and activity management and project opportunity management. The existing functionalities were adopted according to the defined requirements, e.g., the concept of an internal vs. external contact was realized as a new function. After testing and sign-off, the functionality implemented in the corresponding wave was made available for usage.

Each wave was associated with a major theme. The focus of wave two was set on supporting administrative processes such as procurement, business trips, vacation, etc. Wave three focused on teaching processes and included capabilities for thesis management, teaching event organization, etc. Wave four looked at research specific aspects such as research events and paper submission planning. The entire implementation process of ReGIS is not yet finalized. We are currently in wave five which is focusing on budgeting and controlling aspects.

### 6.3 Functionality

ReGIS, in its current status, provides comprehensive functional coverage for key administrative processes, teaching processes, research processes and basic project process support. Figure 3 depicts two screenshots of our implemented system and the web-based access. On the left hand side, one can see the overview screen of the books procurement functionality. The screenshot on the left side shows a detailed screen for one specific business trip.

Figure 4 provides a screenshot example of the web site publication of ReGIS data for thesis projects and their actual status (open, running, completed). The basic idea of this approach is that we prevent manual re-editing of existing structured data on Web sites by automatically generating web pages from ReGIS (for example the list of all open thesis projects is provided by <http://eris.force.com/theses?status=Open>) and embedding these generated pages into our Web Content Management system (based on Typo3).

The table below lists an overview on the key capabilities that have been implemented in ReGIS.



Figure 4: ReGIS web site integration



Functionality	Area	Short description
Contacts	Admin	Document all basic data about contacts
Events	Admin	Plan and schedule events via shared team calendar
Activities	Admin	Define and delegate team tasks
Campaigns	Admin	Plan interaction with contacts
Vacation	Admin	Plan vacation and request for approval
Sick days	Admin	Document sick days
Contracts	Admin	Manage all employee contracts at the research group centrally
Teaching Event	Teaching	Plan teaching events (e.g., a lecture) and document outcomes (e.g., evaluation feedback, participants, ...)
Thesis	Teaching	Manage thesis projects holistically from idea to final grading
Research Event Papers	Research	Collect relevant research events and plan submissions
Procurement	Admin	Manage procurement processes
Books	Admin	Manage book procurement, organization and ownership
Travel	Admin	Manage travel processes
Support Ticket	Admin	Capture ReGIS support requests and their status
Tweet	Admin	Enable weekly status documentation
Project Opportunity	Project	Document opportunities for 3 <sup>rd</sup> party funded projects

**Table 1: ReGIS Functionality**

In addition to this core functionality, we have defined a set of reports based on the reporting capabilities provided by Force.com.

## 6.4 DISCUSSION

We have been faced with various challenges when implementing and introducing the new functionality.

One major challenge was the integration with central university processes and the associated campus management systems. We could not leverage the potential of full automation for several processes. Reasons for this was that either paper-based approaches were pursued or the existing campus management systems did not provide any kind of interfaces for automated data exchange. In the case of paper-based approaches, a straight forward work around could be established; the necessary forms were generated out of ReGIS, printed out, signed and sent via in-house mail to the corresponding administrative department. The lack of interfaces to central campus management systems, specifically the finance and controlling system but also basic student master data, is more challenging and is not yet solved. This is our pragmatic solution.

Another challenge, from a technological perspective, was the integration issues between the existing personal productivity tools, such as Microsoft Outlook, and the new event management functionality provided by ReGIS. The usage of multiple calendar tools resulted in synchronization issues and conflicts. This challenge could be solved by establishing ReGIS as the default calendar.

## 7. APPLICATION

As mentioned earlier, the system is introduced in a step-by-step process beginning in November of 2009. In the following we provide some application results describing the impact that has been generated by ReGIS so far. First, we present some basic usage statistics of our system. Second, we analyze two selected functionalities and perform a time/cost analysis by comparing the execution of these processes with and without the availability of our information system ReGIS.

### 7.1 Usage statistics

We currently have ten active users including the chairperson, the office, seven research assistants and one student assistant responsible for administration and development. We have calculated the overall number of logins from January to July of 2010; we range between 50 and 538 logins with an average of 286 logins per user. Assuming equal distribution of these logins over this time, we result in 40 logins per month per user. In the month of May of 2010, we counted 13.895 page views in our system.

We currently rely on six standard objects (Account, Contacts, Tasks, Events, Opportunity, and Campaign) and 20 custom objects (e.g., Book, Thesis, Travels, Vacation, etc.). We have 153 accounts and 396 contacts in our system. The objects with the largest number of instances are events (3.728 instances), tasks (929 instances), contacts, payments and accounts. The custom objects are used in 11 custom applications (such as thesis management, books procurement, etc.). From a reporting perspective, 90 custom reports have been created since November of 2009.

### 7.2 Time/cost analysis for two examples

Besides the pure usage statistics, we have also performed a preliminary time and cost analysis comparing process execution with and without our system. In the following, we will focus on two specific processes: i) The thesis management process dealing with the entire management of a bachelor, master or diploma thesis and ii) the book procurement process including all necessary activities to procure a book.

The table below describes a subset of purely administrative activities carried out as part of the entire thesis management process. The table does not include content-centric activities such as defining the scope of the teaching, reviewing it or writing the certificate including grading. The data was collected by asking all team members to provide a rough time estimate. The time in the table was calculated as the mean value of all time estimations (in case of research assistant tasks).

Activity	Estimated Time
Thesis management is triggered by the research assistants. The thesis gets a unique number and is documented in an Excel sheet as a new thesis project proposal.	5 min

Before publishing the thesis, approval of the chairperson needs to be given. This is done via email.	3 min
After approval, the Excel sheet is updated. New thesis projects are typically published on the chair web sites, an update of the corresponding page is done by the research assistant.	8 min
After allocation of the thesis project, the Excel sheet and the chair's web pages need to be updated again. The status is changed and the name of the student is added to the thesis project. On the web pages, the thesis project is associated with the name of the student and categorized under running thesis projects.	8 min
Finally, after finalizing the thesis project, the Excel sheet and the chair's web pages are updated.	8 min
$\Sigma$	32 min

**Table 2: Thesis Management Process without ReGIS**

The administrative aspects of the thesis management process supported by ReGIS are as following:

Activity	Estimated Time
A new thesis object is created, status: new.	5 min
The approval process is triggered and carried out.	1 min
The status of the thesis object is changed: published; web page is updated automatically.	1 min
The status of the thesis object is changed: allocated; The student is associated with the object. The web page is updated automatically.	2 min
The status of the thesis object is changed: finalized; web page is updated automatically.	1 min
$\Sigma$	10 min

**Table 3: Thesis Management Process with ReGIS**

Approximately 60 thesis projects are carried out per year under our chair. The administrative efforts for the thesis projects before using an integrated information system sums up to 1.320 minutes or 22 hours equal to 825 Euro<sup>1</sup> per year. By using ReGIS, the entire administrative effort is reduced to 600 minutes or 10 hours equal to 375 Euro per year.

The table below describes the book procurement process before the introduction of our system:

<sup>1</sup> Under the assumption that a research assistant (TV-L 13) costs approx. 60.000 € / year. With 200 working days per year, a day costs 300 Euro or an hour 37,50 Euro (40 hours /week).

Activity	Estimated Time
Book procurement request is entered in an Excel sheet.	5 min
Approval request is sent to chairperson via email, with CC to office.	3 min
Office sends bundled procurement request via email to library; library sends order confirmation. Library receives book and registers.	5 min
Book is received and documented at chair in Excel sheet by office. Book requester is informed via email.	10 min
Payment form for invoice is filled out by office, signed by chairperson and sent to university administration.	15 min
$\Sigma$	38 min

**Table 4: Books Procurement without ReGIS**

The book procurement process has been streamlined using ReGIS. After the creation of book instance, all further interaction is centered on this object. An approval process is triggered, the library is automatically notified, the book requester is notified and the payment form for the invoice is generated based on the object.

Activity	Estimated Time
Book procurement object is created in ReGIS.	5 min
The approval process is triggered and carried out.	1 min
After approval, ReGIS sends request to library. Library sends order confirmation. Library receives book and registers.	0 min
Book is received, metadata data is added and status is changed. Book requester is informed automatically.	3 min
Payment form is generated out of ReGIS, signed by chairperson and sent to university administration.	2 min
$\Sigma$	11 min

**Table 5: Books Procurement with ReGIS**

Approximately 150 books are acquired per year under our chair. This sums up to an overall time effort of 5.700 minutes or 95 hours without using ReGIS. From a costs perspective, specifically the office is affected; compared to the former 30 minutes, the streamlined process based on ReGIS is executed in only five minutes. In one year, the former process cost 1.171,50 Euro<sup>2</sup> from an office administrative viewpoint compared to 195,25 Euro of the streamlined, ReGIS-based edge process.

<sup>2</sup> Under the assumption that an office assistant (TV-L 5) costs 25.000 € / year. With 200 working days per year, a day costs 125 Euro or an hour 15,62 Euro (40 hours / week).

The preliminary application results have demonstrated two important aspects: first, based on the usage data there is a clear indication that the system has been adopted by our organization. Second, by looking into the details of these two selected, simple examples we have explicitly demonstrated the huge potential with regards to time and cost savings of edge process support and optimization on the research group level.

## 8. SUMMARY AND FUTURE WORK

In this paper we have described the current status of ReGIS, a Web platform-based information system providing edge process support for a university research group. ReGIS focuses on supporting typical core and support processes of a research group.

We have identified the need for edge process support in all major areas of our research group, including administration, teaching, research and projects. We have to emphasize that parts of the identified edge processes could be also provided by a central university-wide campus management system. In our concrete case, the maturity level of the entire campus management system and associated process support was low, so we had to implement core functionality on the edge level. We do not consider this as a problem. Ideally edge processes that are shared and executed in a similar way on the local research group level should be moved to the university-wide level.

The implemented ReGIS system follows conceptually a relationship management oriented approach and puts the “contact” in the center. All business objects are related with internal or external contacts. ReGIS relies on a Web application platform that comes with several advantages: first, no internal know-how in the research group on installing, operating and maintaining the infrastructure is needed. Second, the core platform capabilities and, specifically, the configuration-oriented approach can be leveraged for fast realization of capabilities without the requirement of establishing comprehensive development skills. We have implemented and introduced ReGIS in a relatively short time frame mainly relying on student resources. ReGIS in its current status provides comprehensive functional coverage for key administrative, teaching and research processes and basic project process support. We have been faced with various integration challenges with the central university processes and the associated campus management systems. The reasons for these integration challenges are twofold: First, in many cases, paper-based approaches for processes or process steps are still in place. Second, existing campus management systems did not provide service interfaces for automated data exchange. Therefore, we could not leverage the full potential of end-to-end process automation from edge process to standardized university-wide processes. Both issues can be fixed with workarounds involving human-based manual activities.

Our preliminary application results have shown that the system has been adopted and creates tangible positive impact regarding cost and time reduction in the two selected processes we have analyzed. For the thesis management process we calculated savings of 450 Euro per year. For the books procurement process it resulted in 976,25 Euro per year. Already, these two examples demonstrate the huge potential of streamlining edge processes on the research group level.

In the future we plan to extend the system in various directions: first of all, we need to finish the implementation wave 5 with the required budgeting and controlling functionality. To prevent complicated import processes with manual data editing, we need

to establish a better integration with central university finance systems. Finally, to round up the core functionality, we will kick-off a wave 6 that will focus on project process support. The core functionality may be extended in different directions: first, we want to better support and capture interactions with our students. For example, we plan to provide a recruiting functionality where students can apply for thesis projects on our web page. The application is processed by ReGIS by automatically creating a contact and interlinking it with the thesis proposal. Second, we are planning to explore ways to interlink the relatively structured world of ReGIS with a more unstructured environment typically supported by community and collaboration platforms. We envision a seamless transition from the structured objects defined in ReGIS towards rather unstructured activities such as document creation, brainstorming, etc. We already evaluated Chatter by Salesforce.com which enables micro-blogging in a freestyle and business object-centric environment. The principle ideas are good, but the level of integration with unstructured processes is not yet developed enough. Third, our system is currently taking mainly an operational perspective. With regards to an analytical perspective, we rely on basic reporting. This may be enhanced in the future by interlinking operational and analytical aspects to achieve a closed loop of planning, execution and monitoring.

After finalizing the above mentioned implementation activities, we plan to perform an elaborate evaluation study. Our plan is to introduce ReGIS to another research group and evaluate in detail the productivity impacts that have been created. This would also validate the applicability of our concept.

We have demonstrated ReGIS to several other research groups. We have constantly received feedback that a system like ReGIS is useful for any research group and have been asked if it would be possible to get access to this system. We are currently looking into opportunities to make ReGIS available to a broader community following an open source development and service-provisioning model. One possible vehicle to do so is the AppExchange platform by Salesforce.com. By using a marketplace concept such as AppExchange we could easily publish ReGIS as service and make it available to other research groups for either practical usage or for carrying out further research building on top of our work.

## 9. ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank Salesforce.com for the 10 free subscriptions of their service offering and the excellent support we have received during the implementation of the project. Furthermore, we would like to thank our student assistants Manuel Trenz and Christian Deckert for their engagement in the implementation project.

## 10. REFERENCES

- [1] Alt, R. und Auth, G. 2010. Campus-Management-System. *Wirtschaftsinformatik*. 52, 3 (2010), 185–188.
- [2] Application Development with the Force.com. <http://www.salesforce.com/platform/>. Accessed: 12-02-2010.
- [3] Benlian, A. u. a. 2009. Drivers of SaaS-Adoption—An Empirical Study of Different Application Types. *Business & Information Systems Engineering*. 1, 5 (2009), 357–369.
- [4] Bond, B. u. a. ERP is dead—Long live ERP II. *Strategic Planning SPA-12-0420*, GartnerGroup.

- [5] Brennan, K. 2009. A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide). International Institute of Business Analysis.
- [6] Brown, J.R. und Dev, C.S. 2000. Improving Productivity in a Service Business. *Journal of Service Research*. 2, 4 (2000), 339.
- [7] Davison, R. u. a. 2004. Principles of canonical action research. *Information Systems Journal*. 14, 1 (2004), 65–86.
- [8] Dubey, A. und Wagle, D. 2007. Delivering software as a service. *The McKinsey Quarterly*. 6, (2007), 2007.
- [9] Gillmann, M. u. a. 2010. Cooking the Web-ERP. On the Move to Meaningful Internet Systems 2002: CoopIS, DOA, and ODBASE. (2010), 602–617.
- [10] Google App Engine. <http://code.google.com/intl/de-DE/appengine/>. Accessed: 12-02-2010.
- [11] Hilbert, A. u. a. 2007. Student relationship management in Germany—foundations and opportunities. *Management Revue*. 18, 2 (2007), 204–219.
- [12] IBM Lotus Notes 8. <http://www-01.ibm.com/software/de/lotus/wdocs/notes-domino8/notes.html>. Accessed: 12-02-2010.
- [13] Jacobs, F.R. und Bendoly, E. 2003. Enterprise resource planning: developments and directions for operations management research. *European Journal of Operational Research*. 146, 2 (2003), 233–240.
- [14] Koh, S.C.L. u. a. 2008. ERP II: The involvement, benefits and impediments of collaborative information sharing. *International Journal of Production Economics*. 113, 1 (2008), 245–268.
- [15] Lenk, A. u. a. 2009. What's inside the Cloud? An architectural map of the Cloud landscape. *Software Engineering Challenges of Cloud Computing*, 2009. CLOUD'09. ICSE Workshop on (2009), 23–31.
- [16] Moller, C. 2005. ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems? *Journal of Enterprise Information Management*. 18, 4 (2005), 483–497.
- [17] MailChimp. <http://www.mailchimp.com/>. Accessed: 12-02-2010.
- [18] Microsoft Sharepoint 2010. <http://sharepoint.microsoft.com/de-at/Seiten/default.aspx>. Accessed: 12-02-2010.
- [19] Mohamed, M. und Fadlalla, A. 2005. ERP II: harnessing ERP systems with knowledge management capabilities. *Journal of Knowledge Management Practice*. 6, (2005), 1–13.
- [20] Schonenberg, H. u. a. 2008. Process flexibility: A survey of contemporary approaches. *Advances in Enterprise Engineering I*. (2008), 16–30.
- [21] Seeman, E.D. und O'Hara, M. 2006. Customer relationship management in higher education: Using information systems to improve the student-school relationship. *Campus-Wide Information Systems*. 23, 1 (2006), 24–34.
- [22] Tapp, A. u. a. 2004. Direct and database marketing and customer relationship management in recruiting students for higher education. *International Journal of Nonprofit and Voluntary Sector Marketing*. 9, 4 (2004), 335–345.
- [23] Vaishnavi, V. und Kuechler, W. Design science research methods and patterns: innovating information and communication technology. Auerbach Pub (2007)
- [24] Van Ark, B. u. a. 2003. ICT and productivity in Europe and the United States Where do the differences come from? *CESifo Economic Studies*. 49, 3 (2003), 295.
- [25] White, S.A. und Miers, D. 2008. BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN. Future Strategies Inc.

# Beherrschen Kunden Self-Services?

## Der Einfluss von Control in der Nutzung von Self-Service-Technologien

Susan Gnädinger

Universität Bern

Institut für Wirtschaftsinformatik

Engehaldenstrasse 8

CH-3012 Bern

+41 (0)31 631 33 70

susan.gnaedinger@iwi.unibe.ch

### ZUSAMMENFASSUNG

Zunehmend werden persönlich erstellte Dienstleistungen durch die Do-it-yourself-Option abgelöst. Unternehmen setzen dazu Self-Service-Technologien (SST) ein. Ob eine SST-Option am Markt Erfolg hat, ist davon abhängig, ob Kunden das Angebot benutzen. Dabei scheint die Art und Weise, wie Kunden ihre Möglichkeiten wahrnehmen, die technologiebasierte Serviceerstellung zu beherrschen (engl. Control), grossen Einfluss darauf zu haben, ob sie SST tatsächlich annehmen und dauerhaft nutzen. Aus diesem Grund wird der Einfluss von Control anhand des Kaufs eines Bahnbilletts genauer untersucht: Welche Aspekte will ein Kunde beherrschen können? Bestehen dabei Unterschiede zwischen SST und der traditionell erstellten Dienstleistung? Kunden beherrschen Self-Services. Von den drei untersuchten Servicedimensionen Control über den Prozess, Control über das Ergebnis und Control über die Umgebung beurteilen Kunden ihre Einflussmöglichkeiten auf technologiebasierte Self-Services vor allem daran, wie gut sie Prozess und Ergebnis beherrschen können. Persönlich erstellte Dienstleistungen hingegen beurteilen Kunden primär anhand ihres Einflusses auf das Ergebnis. Eher unbedeutend ist die Umgebung.

### Keywords

Control, Self-Service, Technology, Theory of Planned Behavior.

### 1. EINLEITUNG

Self-Services basieren auf einer einfachen Idee: Der Kunde übernimmt Aktivitäten der Serviceerstellung, anstatt dass diese durch

Personal ausgeführt werden [28, 47]. Heute können Kunden eine Reihe von Dienstleistungen kaufen, ohne je mit dem Verkaufspersonal in direkten Kontakt zu treten. Das war nicht immer so [38, 43]. Informations- und Kommunikationstechnologien haben die Art und Weise verändert, wie Services angedacht, entwickelt und abgegeben werden [28, 36, 39, 44]. Schrittweise wurden zuvor persönlich erbrachte Dienstleistungen durch eine Do-it-yourself-Option abgelöst [6, 15, 28]. Unternehmen setzen dazu Self-Service-Technologien (SST) ein: „Self-service technologies are technological interfaces that enable customers to produce a service independent of direct service employee involvement.” [41].

Bereits jetzt bieten Unternehmen eine breite Palette von SST an, Kunden nutzen aber erst einen Teil dieser Angebote gelegentlich oder regelmässig [40]. Aus Sicht des Unternehmens verursachen Entwicklung, Einführung, Betrieb und Unterhalt von SST Aufwand und erfordern teilweise beträchtliche Anfangsinvestitionen [21, 31, 35]. Ein triftiger Grund, weshalb sich Unternehmen trotzdem für SST entscheiden, können mögliche Kosteneinsparungen, insbesondere Personalkosten, sein. Allerdings kann ein Serviceanbieter diese Kosteneinsparungen erst erzielen, wenn Kunden das SST-Angebot tatsächlich und in genügender Frequenz benutzen [19, 39, 54]. Um genügend SST-Nutzer zu erreichen, muss der Anbieter verstehen, weshalb sich (potentielle) Kunden für oder gegen SST entscheiden [14, 19, 31, 36].

Bietet ein Unternehmen SST an, erfolgt dies möglicherweise aufgrund von Wettbewerbs- und Konkurrenzdruck. Wechselt hingegen ein Kunde zu SST, tut er dies in der Regel aus freien Stücken [19]. Demzufolge muss ein am Markt erfolgreiches SST-Angebot ein Kundenbedürfnis abdecken und all jene Eigenschaften aufweisen, die dem Kunden an einer Dienstleistung wichtig sind [21, 23, 33, 40].

Trotz zunehmender Bedeutung von SST hat die Wissenschaft die verschiedenen Einflussfaktoren auf deren Nutzung durch den Kunden erst wenig erforscht [38, 40]. Die untersuchten Faktoren lassen sich zusammenfassen in Soziodemographie, Technologieangst/Selbstvertrauen, Control, Zeit/Geschwindigkeit, Preis, Ease of Use, Leistungsfähigkeit/Nutzen, Risiko/Verlässlichkeit, Spass sowie Interaktionsbedarf. Zu den soziodemografischen Merkmalen Alter und Geschlecht von SST-Kunden liegen widersprüchliche Ergebnisse vor [49, 54]. Hingegen scheinen gebildete Kunden SST eher zu benutzen als schlecht ausgebildete [54]. Technologieangst beeinflusst den Entscheid, SST zu nutzen, negativ [43]. Selbstvertrauen hingegen kann sich positiv auf Einstellung und Nutzung auswirken [24]. Mehrere Untersuchungen belegen den

positiven Einfluss von Control auf das Kundenverhalten, die Zufriedenheit und die wahrgenommene Servicequalität [10, 22, 30, 33, 37, 56]. Indes konnte der Control-Einfluss in der SST-Nutzung nicht immer bestätigt werden [32, 43]. Wissenschaftliche Studien belegen ausserdem, dass der Zeitfaktor eine Rolle in der Wahl von SST spielt [10, 33]. Zeitersparnis kann sogar zu den wichtigsten Gründen der SST-Nutzung zählen [40], und sie wirkt sich ebenfalls positiv auf die Kundenzufriedenheit aus [12, 54, 56]. Die Forschung konnte auch aufzeigen, dass sich Kunden in der Kanalwahl sehr preissensitiv verhalten und mögliche Kosteneinsparungen für den SST-Entscheid wichtig sind [28, 31]. Der positive Einfluss von Ease of Use und Annehmlichkeit der SST auf die Einstellung gegenüber der Nutzung und auf die Servicezufriedenheit wurden wiederholt nachgewiesen [24, 54, 56, 57]. Leistungsfähigkeit und Nutzen sind zwei mehrfach untersuchte Einflussgrössen. Je grösser Kunden Leistungsfähigkeit und Nutzen von SST wahrnehmen, desto positiver beurteilen sie das Angebot und desto positiver ist ihre Einstellung gegenüber der SST-Nutzung [24, 34, 35, 54, 56]. Weitere Studien belegen, dass Kunden ein risikoarmes SST-Angebot besser bewerten als ein Angebot mit hohem Risiko [12, 26, 35]. Je höher das wahrgenommene Risiko von SST ist, desto höher ist das Kundenbedürfnis nach persönlichem Kontakt zum Servicemitarbeiter [53]. Ferner wirkt sich die von Kunden wahrgenommene Zuverlässigkeit von SST positiv auf Einstellung und Adoption aus [34, 35, 54]. Auch der von Kunden wahrgenommene Spass am SST-Gebrauch kann einen positiven Einfluss auf die Einstellung und die Nutzung haben [24, 54]. Faktoren wie Spass, Genuss und Vergnügen werden in der Literatur gar einen zentralen Einfluss in der Wahl von SST für eine Serviceleistung zugeschrieben [20, 37, 40]. Dass Kunden SST dem traditionellen Service vorziehen, kann auch daran liegen, dass sie damit persönliche Interaktionen mit dem Servicepersonal vermeiden können. Umgekehrt schätzen Kunden, die den traditionellen Service den SST vorziehen, die persönliche Interaktion mit dem Servicepersonal [25].

Die wahrgenommene Control gilt als ein Schlüsselfaktor in der Nutzung und Effektivität von SST [16, 43, 49, 57]. Control ist allgemein als menschliche Antriebskraft anerkannt und wird in der Literatur häufig als Bedürfnis von Kompetenz, Überlegenheit und Fähigkeit, seine Umwelt zu beherrschen, definiert [55]. Wegen der Relevanz von Control liegt der Fokus im Konferenzbeitrag auf diesem Konstrukt. Primär wird mit der Arbeit folgende Forschungsfrage untersucht: *Welche Aspekte will ein Kunde, der SST benutzt um eine Dienstleistung zu erstellen, beherrschen, steuern und/oder beeinflussen können?* Mit einer Zusatzfrage sollen explorativ weitere Einsichten zur Forschungsfrage erlangt werden: *Welche Unterschiede bestehen dabei zwischen SST und der klassischen, persönlich erbrachten Dienstleistung?*

Der Begriff Control kann nicht mit Kontrolle übersetzt und gleichgesetzt werden. Der Ausdruck Control steht für Beherrschen, Beeinflussen, Steuern, nicht für Kontrollieren. Da also verschiedene deutsche Bedeutungen angesprochen sind, wird im vorliegenden Beitrag, auch zu Gunsten der besseren Lesbarkeit, der englische Begriff beibehalten.

Der Konferenzbeitrag ist so aufgebaut, dass als nächstes, in Kapitel 2, das entwickelte konzeptionelle Modell sowie die Hypothesen vorgestellt werden. Anschliessend wird in Kapitel 3 auf die Datenerhebung eingegangen. Im darauf folgenden Kapitel 4 werden die Resultate vorgestellt und in Kapitel 5 folgen abschliessend Diskussion und Fazit.

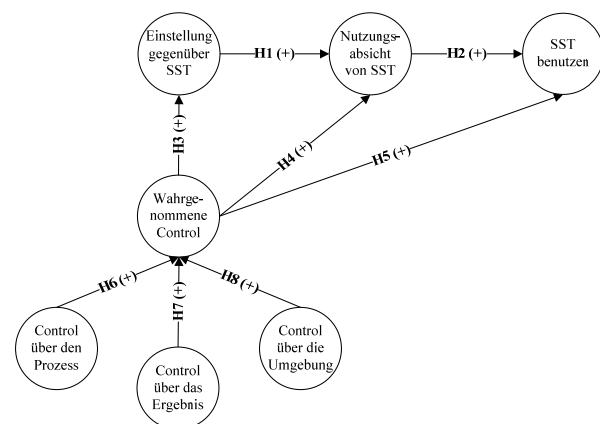
## 2. MODELL UND HYPOTHESEN

### 2.1 Konzeptionelles Modell

Das konzeptionelle Modell zur Untersuchung der Forschungsfrage basiert auf der Theory of Planned Behavior (TPB), weil damit Kundenverhalten gut erklärt werden kann. Gemäss der TPB wird menschliches Verhalten von der Verhaltensabsicht beeinflusst. Diese individuelle Verhaltensabsicht wiederum ist von drei Aspekten abhängig: der Einstellung gegenüber dem Verhalten, der subjektiven Norm sowie der wahrgenommenen Verhaltenssteuerung [2, 3, 4]. Der Einfluss der subjektiven Norm wird im Modell weggelassen, da dieser im Kontext von SST nur gering ist [16].

Das Forschungsvorhaben konzentriert sich auf Control durch den Kunden sowie auf mögliche Aspekte, die der Kunde beherrschen möchte. Aus diesem Grund wird das Konstrukt Control – die wahrgenommene Verhaltenssteuerung der TPB – dermassen erweitert, dass sich mögliche Control-Aspekte sowie deren Wirkungen erfassen lassen. Das entwickelte konzeptionelle Modell, basierend auf der TPB und erweitert um Control-Aspekte, ist in Abbildung 1 visualisiert.

Abbildung 1: Konzeptionelles Modell



### 2.2 Theory of Planned Behavior

Ein erstes Konstrukt der TPB ist die Einstellung gegenüber einem Verhalten. Die Einstellung gegenüber dem Verhalten – hier SST benutzen – ist definiert als positive oder negative individuelle Bewertung des jeweiligen Verhaltens. Allgemein gilt, je positiver die individuelle Einstellung gegenüber dem Verhalten ist, desto höher ist die Absicht, das betrachtete Verhalten auch auszuführen. Dabei wirkt die Einstellung nicht direkt auf das Verhalten, sondern auf die Absicht [1, 2, 5]. Daraus folgt:

**H1** Die Einstellung gegenüber SST hat einen positiven Einfluss auf die Nutzungsabsicht von SST.

Mit der Absicht, einem weiteren Konstrukt der TPB, werden Faktoren der Motivation sowie Bemühungen des Individuums, die betreffende Handlung tatsächlich auszuführen, erfasst. Verallgemeinert gilt, je stärker die Absicht, das Verhalten auszuüben, vorhanden ist, desto wahrscheinlicher wird es ausgeführt [1, 2, 5]. Daraus folgt:

**H2** Die Nutzungsabsicht von SST hat einen positiven Einfluss auf die Nutzung von SST.

Ein weiteres Konstrukt der TPB ist die wahrgenommene Verhaltenssteuerung. Definiert ist diese Verhaltenssteuerung als die vom Individuum wahrgenommene Einfachheit oder Schwierigkeit, die betrachtete Handlung tatsächlich auszuführen. Dabei bezieht sich die Wahrnehmung sowohl auf neue, antizipierte Schwierigkeiten das Verhalten auszuüben als auch auf frühere, individuelle Erfahrungen, also auf die Einstellung. Eine Verhaltensabsicht kann nur dann in eine tatsächliche Handlung münden, wenn dies vom Individuum willentlich beeinflusst und gesteuert wird [1, 2]. Folglich wirkt Control nicht nur auf die Einstellung, sondern auch auf die Verhaltensabsicht und auf das tatsächliche Verhalten. Daraus folgen:

- H3** *Die wahrgenommene Control hat einen positiven Einfluss auf die Einstellung gegenüber SST.*
- H4** *Die wahrgenommene Control hat einen positiven Einfluss auf die Nutzungsabsicht von SST.*
- H5** *Die wahrgenommene Control hat einen positiven Einfluss auf die Nutzung von SST.*

## 2.3 Wahrgenommene Control

Die Abgrenzung möglicher, in der wissenschaftlichen Literatur diskutierten Aspekte der Control erfolgt anhand der Servicebegegnung. Die Servicebegegnung wird in der Literatur unterschiedlich definiert. Allgemein gilt die Servicebegegnung als eine Sequenz von Interaktionen um die Dienstleistung herzustellen [13]. [50] definieren die Servicebegegnung in einem engen Sinn als die Interaktionen zwischen Käufer und Personal in einer Servicesituation. [48] definiert die Servicebegegnung in einem weiteren Sinn als die Zeitperiode, in welcher der Konsument direkt mit dem Service interagiert. [9, 11] ergänzt weiter, dass Kunde, Servicepersonal und Serviceunternehmen – wobei letzteres im unternehmerischen Umfeld integriert ist und Regeln und Verfahren der Serviceerstellung festlegt – zur Servicebegegnung zählen.

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich Hinweise darauf, dass sich Control auf den Prozess und das Ergebnis einer Servicebegegnung, auf den Dienstleister oder auf die Technologie beziehen kann [22, 57]. Ergebnis und Prozess gelten als zwei grundlegende Eigenschaften von Services [33].

Ein Blick in die Literatur zu Servicequalität zeigt, dass auch hier verschiedene Aspekte unterschieden werden. [46] trennen in ihrem Modell der Servicequalität die drei Dimensionen Serviceprodukt, Servicelieferung und Serviceumgebung. Das Serviceprodukt ist die vorgesehene Serviceleistung, die erstellt und abgegeben wird, die Servicelieferung ist der Prozess der Serviceerstellung und die Serviceumgebung umfasst das interne und das externe Umfeld. [17] unterscheiden in ihrem Modell die drei primären Dimensionen Qualität der Interaktion, Qualität der physikalischen Umgebung und Qualität des Ergebnisses.

Im Forschungsprojekt wird eine ähnliche Aufteilung möglicher Aspekte der Control verwendet. Sie werden in Serviceprozess, Serviceergebnis und Serviceumgebung unterteilt. Daraus folgen:

- H6** *Die Control über den Serviceprozess hat einen positiven Einfluss auf die wahrgenommene Control.*
- H7** *Die Control über das Serviceergebnis hat einen positiven Einfluss auf die wahrgenommene Control.*
- H8** *Die Control über die Serviceumgebung hat einen positiven Einfluss auf die wahrgenommene Control.*

Im Serviceprozess spielt der Zeitfaktor eine wesentliche Rolle. Zeit kann dabei Zeitersparnis oder die Serviceverfügbarkeit rund um die Uhr sein [41]. Weitere Zeitarten sind Warte- und Ladezeit [16]. SST ermöglichen dem Kunden, den Prozess durch die Initiierung und die Durchführung in erwünschter Geschwindigkeit zu kontrollieren [43].

Zum Serviceergebnis zählen Eigenschaften wie Qualität und Zuverlässigkeit [33]. Des Weiteren werden mit SST dem Kunden Verantwortung für die Genauigkeit des Services übertragen [43].

Abhängig vom Verkaufskanal beinhaltet das Konstrukt Serviceumgebung unterschiedliche Aspekte. Zur Serviceumgebung zählen das physikalische Ambiente der Servicesituation, aber auch Raum, Funktionalität und symbolische Elemente [17, 46]. Der Umgebung zugerechnet werden ebenfalls einfache Bedienbarkeit und Bequemlichkeit des Angebots [33]. Ein zusätzlicher Faktor der Serviceumgebung ist die eingesetzte Technologie [16, 41]. Im Forschungsvorhaben sollen mit dem Konstrukt Serviceumgebung Aspekte erfasst werden, auf die der Kunde Control ausüben kann, die aber nicht den beiden Konstrukten Serviceprozess und Serviceergebnis zugeordnet werden können.

## 2.4 Servicekanal

SST sind nur eine Art, wie Services erstellt werden können [38, 43]. Für oder gegen eine derartige Innovation entscheidet sich der Kunde aufgrund der Vor- und Nachteile gegenüber alternativen Serviceangeboten [42, 45]. Dabei vergleicht der Kunde die Vor- und Nachteile von SST mit dem persönlich erbrachten Service [41].

Mit SST erhält der Kunde im Vergleich zu alternativen Serviceangeboten ein hohes Mass an Control. Er kann den Prozess der Serviceerstellung selber steuern und beeinflussen und ist unabhängiger vom Servicepersonal [38, 43].

Um weitere Einsichten zu Control zu erlangen, wird zusätzlich zur Forschungsfrage in einer Unterfrage explorativ untersucht, welche Unterschiede zwischen SST-basierten Dienstleistungen und der klassischen, persönlich erbrachten Dienstleistung bestehen.

# 3. DATENERHEBUNG

## 3.1 Erhebungsdesign

Empirisch wurden die Hypothesen anhand quantitativ mit einer Online-Umfrage erhobenen Daten untersucht. Dabei kam ein quasi-experimentelles Design zum Zug [27]. Dem Probanden wurde eines von vier möglichen Szenarien vorgelegt, zu dem er anschließend befragt wurde. Quasi-Experimente sind definiert als Versuchsanordnung, die wesentliche Merkmale von Experimenten aufweisen, jedoch die strengen Anforderungen von Experimenten nicht erfüllen [7, 27]. Im Forschungsvorhaben wurden die Probanden aufgrund des gewählten Szenarios zufällig auf vier Gruppen verteilt. Hingegen fehlte zu diesen vier Versuchsgruppen die Kontrollgruppe wie sie in einem Experiment erforderlich wäre.

Begründet wird die Wahl des Erhebungsdesigns damit, dass mit einer fiktiven Kaufhandlung die Einflussvariablen bei allen Probanden konstant gehalten werden können. Im Szenario wird einzig der Stimulus verändert. Das Erhebungsdesign mit Szenariotechnik und Quasi-Experiment stellt keine besonderen Vorbedingungen an die Probanden [7, 27].

### 3.2 Datenauswertung

Zur Auswertung der erhobenen Daten, inkl. der Güteschätzung des Messmodells und des Strukturmodells, wurde primär Partial Least Square (PLS) angewendet. PLS ist ein varianzbasiertes Verfahren, das aus regressionsanalytischen Komponenten eine Schätzung für das gesamte Strukturgleichungsmodell ermittelt [29].

### 3.3 Pretest

Der Fragebogen wurde einem qualitativen Pretest unterzogen. Dabei standen Formulierung und Verständlichkeit der Fragestellungen, insbesondere jene zu den vier Control-Konstrukten, im Vordergrund. Insgesamt 26 Personen nahmen am Pretest teil.

Um neue, noch unerkannte Faktoren der wahrgenommenen Control aufzufinden, wurden im Pretest, zusätzlich zu den geschlossenen, auch drei offene Fragen gestellt. Im finalen Fragebogen waren keine offenen Fragen mehr enthalten.

Aufgrund der Rückmeldungen zum Pretest wurden die Fragestellungen überarbeitet und einzelne Fragen leicht modifiziert. Auf die Erklärung von Fachbegriffen, mit Ausnahme von SST und Infrastruktur, wurde verzichtet um den Fragebogen kurz zu halten.

Die Skalenbeschriftung der einzelnen Antwortmöglichkeiten wurde vereinheitlicht und numerisch betitelt, einzig die Endpunkte zusätzlich verbal beschriftet. Diese Darstellungsform wird von Befragten eher als Kontinuum aufgefasst als eine rein verbale Skalenbeschriftung und lässt sich demzufolge in der Datenauswertung als Intervallskalierung interpretieren [18].

### 3.4 Stichprobenauswahl

Die Daten wurden mit einem Online-Fragebogen erfasst. 11'984 Studierende einer Universität bildeten die Grundgesamtheit der Befragung. Sie wurden einmalig per Mail angeschrieben und zur Teilnahme an der Online-Befragung eingeladen. Die Möglichkeit, den Fragebogenrücklauf mit einem Reminder-Mail zu steigern, war nicht gegeben. Um die Rücklaufquote vollständig ausgefüllter Fragebögen dennoch zu erhöhen, konnten die Befragten an einer Preisverlosung teilnehmen.

### 3.5 Messmodell

Nach dem Zufallsprinzip wurden den Probanden eines der vier Szenarien A, B, C oder D vorgelegt, anhand dessen die Fragen zu beantworten waren. Der Wortlaut der Szenarien kann der nachfolgenden Tabelle 1 entnommen werden.

**Tabelle 1: Szenarien**

#### Stellen Sie sich folgende Situation vor:

Heute sind Sie an einen privaten Anlass in Basel eingeladen. Sie beabsichtigen, mit dem **Zug** von **Bern** nach **Basel** zu reisen. Für diese Hin- und Rückfahrt benötigen Sie ein **Bahnbillett** der 2. Klasse, Halbtax.

Um das Bahnbillett zu beschaffen, stehen Ihnen mehrere Verkaufskanäle offen. Sie entscheiden sich, das für heute benötigte Billett nach Basel

- Szenario A: persönlich am Billettschalter
- Szenario B: am Billettautomaten
- Szenario C: online am PC
- Szenario D: online mit internetfähigem Telefon/iPhone zu kaufen.

Das Szenario beschreibt eine Situation, wo der Proband ein Bahnticket benötigt. Bis auf den Verkaufskanal, dem Stimulus, sind die vier Szenarien identisch. Der befragte Proband tätigt den Ticketkauf über den zufällig vorgegebenen Verkaufskanal – entweder persönlich am Billettschalter, am Billettautomaten, online am PC oder online mit internetfähigem Telefon/iPhone (Smartphone).

Im Forschungsmodell werden ausschliesslich reflektiv operationalisierende Konstrukte benutzt [29]. Für die Indikatorenbildung konnten auf bestehende Items aus der Literatur als Ausgangsbasis zurückgegriffen werden [z. B. 4, 51, 52]. Hingegen mussten die Indikatoren an den untersuchten Kontext, dem Ticketkauf mittels SST oder traditionellem Verkaufskanal, angepasst werden.

Die benutzten und ausgewerteten Items sind, gruppiert nach Konstrukt, in Tabelle 2 aufgelistet. Der Ausdruck >SST<, der in Tabelle 2 noch gebraucht wird, wurde im finalen Fragebogen jeweils mit dem entsprechenden Verkaufskanal ersetzt.

**Tabelle 2: Indikatoren der Konstrukte**

Konstrukt	Indikator
Einstellung gegenüber SST (EIN)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Für mich ist der Gebrauch dieser &gt;SST&lt;... <ol style="list-style-type: none"> <li>nutzlos – nützlich</li> <li>schlecht – gut</li> <li>wertlos – wertvoll</li> <li>negativ – positiv</li> </ol> </li> <li>Diese &gt;SST&lt; zu benutzen ist eine... <ol style="list-style-type: none"> <li>schlechte Idee – gute Idee</li> <li>dumme Idee – clevere Idee</li> </ol> </li> <li>Die Idee, diese &gt;SST&lt; zu benutzen... <ol style="list-style-type: none"> <li>mag ich nicht – mag ich</li> </ol> </li> </ol>
Nutzungsabsicht von SST (ABS)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ich habe vor, diese &gt;SST&lt; auch künftig zu benutzen um ein Bahnbillett zu kaufen.</li> <li>Sollte ich erneut ein Bahnticket benötigen, würde ich mich wieder für diese &gt;SST&lt; als Verkaufskanal entscheiden.</li> <li>Ich beabsichtige, diese &gt;SST&lt; regelmässig für den Billettkauf zu nutzen.</li> </ol>
SST benutzen (BEN)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Die Wahl dieser &gt;SST&lt; als Verkaufskanal für das Bahnbillett war clever.</li> <li>Ich denke, dass ich das Richtige getan habe, als ich mich für diese &gt;SST&lt; entschied um das Bahnbillett zu kaufen.</li> <li>Wie zufrieden sind Sie mit dem Ticketkauf an dieser &gt;SST&lt;? <ol style="list-style-type: none"> <li>schlechte Wahl – gute Wahl</li> <li>unzufrieden – zufrieden</li> <li>leistet schlechte Dienste – leistet gute Dienste</li> </ol> </li> </ol>
Wahrgenommene Control (CON)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Für mich ist der Billettkauf mit dieser &gt;SST&lt; schwierig – einfach.</li> <li>Wenn ich wollte, könnte ich diese &gt;SST&lt; problemlos benutzen.</li> <li>Ich traue mir zu, ein Bahnbillett mit dieser &gt;SST&lt; zu kaufen.</li> <li>Es liegt alleine bei mir, ob ich diese &gt;SST&lt; benutze oder nicht.</li> <li>Der Gebrauch dieser &gt;SST&lt; liegt ganz in meiner Hand.</li> </ol>



Control über den Prozess (PRO)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Vorgang um das Bahnticket mit dieser &gt;SST&lt; zu erwerben ist für mich schwierig – einfach.</li> <li>2. Wenn ich wollte, könnte ich den Kaufvorgang bei dieser &gt;SST&lt; problemlos beherrschen.</li> <li>3. Ich traue mir zu, das Kaufprozedere für das Bahnbillett mit dieser &gt;SST&lt; durchzuführen.</li> <li>4. Es liegt alleine bei mir, ob ich den Kaufvorgang bei dieser &gt;SST&lt; beeinflusse oder nicht.</li> <li>5. Bei dieser &gt;SST&lt; liegt der Einfluss auf den Kaufprozess ganz in meiner Hand.</li> </ol>
Control über das Ergebnis (ERG)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Das richtige Bahnticket mit dieser &gt;SST&lt; zu erhalten ist für mich schwierig – einfach.</li> <li>2. Wenn ich wollte, könnte ich das erforderliche Bahnticket mit dieser &gt;SST&lt; problemlos erwerben.</li> <li>3. Ich traue mir zu, das richtige Bahnbillett mit dieser &gt;SST&lt; zu kaufen.</li> <li>4. Es liegt alleine bei mir, ob ich den Erhalt des gewünschten Tickets bei dieser &gt;SST&lt; beeinflusse oder nicht.</li> <li>5. Bei dieser &gt;SST&lt; liegt der Einfluss auf das korrekte Bahnbillett ganz in meiner Hand.</li> </ol>
Control über die Umgebung (UMG)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Das Benützen der Infrastruktur für den Billettkauf mit dieser &gt;SST&lt; ist für mich schwierig – einfach.</li> <li>2. Wenn ich wollte, könnte ich die Infrastruktur für den Ticketkauf mit dieser &gt;SST&lt; problemlos beherrschen.</li> <li>3. Ich traue mir zu, die Infrastruktur für den Billettkauf mit dieser &gt;SST&lt; bedienen zu können.</li> <li>4. Es liegt alleine bei mir, ob ich die Infrastruktur dieser &gt;SST&lt; beeinflusse oder nicht.</li> <li>5. Bei dieser &gt;SST&lt; liegt der Einfluss auf die Infrastruktur ganz in meiner Hand.</li> </ol>

Um verlässliche und konsistente Antworten zu erhalten, wurden zum selbstdeklarierten Verhalten des Kunden, dem Billettkauf, jeweils mindestens drei Fragen pro Konstrukt gestellt [2]. Bezüglich Skalierung wurde bei der Likertskala wie auch beim semantischen Differential die 7-Punkt-Skalierung der 5-Punkt-Skalierung vorgezogen um ein treffendes Antwortverhalten zu begünstigen [2]. Bei den Skalen wurden jeweils nur die Endpunkte verbal beschriftet. Hingegen war jede der sieben Antwortmöglichkeiten einer Frage entweder von 1 bis 7 (Likertskala) oder von -3 bis +3 (semantisches Differential) durchnummeriert [18].

## 4. ERGEBNISSE

### 4.1 Stichprobenbeschreibung

Auf den Mailversand sind insgesamt 1'280 Fragebögen eingegangen. Von diesen 1'280 Datensätzen wurden 246 unvollständige ausgeschlossen, weil für die Auswertung erforderliche Angaben fehlten. Das bereinigte, auswertbare Sample umfasst somit 1'034 Fragebögen. Bei 11'984 angeschriebenen Studierenden entsprechen 1'034 Fragebögen einer Rücklaufquote von 8,6%.

Das finale Sample setzt sich aus 654 Frauen (63,2%) und 380 Männern (36,8%) zusammen. Das Alter liegt zwischen 18 und 81 Jahren mit einem Mittelwert von 24,9 Jahren. Die Teilnehmer befinden sich im 1. bis 53. Studiensemester, der Mittelwert liegt bei 7,3 Semestern, verteilt auf 8 Fakultäten.

Ob ein Non-Response-Bias vorliegt, wurde statistisch anhand der erhaltenen, ausgefüllten Fragebögen überprüft. Die 200 zuerst eingegangenen Fragebögen wurden mit den 200 zuletzt eingegangenen Fragebögen verglichen, da angenommen wird, dass spät Antwortende den nicht Antwortenden ähnlich sind [27]. Im Sample konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, die auf einen Non-Response-Bias deuten.

### 4.2 Mittelwerte

Eine erste Beurteilung der Ergebnisse der Befragung kann anhand der Mittelwerte der sieben Konstrukte vorgenommen werden [18]. Tabelle 3 zeigt die Mittelwerte der vier Szenarien insgesamt, die Mittelwerte der vier Szenarien A, B, C, und D einzeln sowie das Signifikanzniveau der unterschiedlichen Mittelwerte der Einzelszenarien. Der höchste Mittelwert pro Konstrukt ist kursiv, fett, der tiefste kursiv dargestellt, in Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung ausgewiesen. Der maximal mögliche Mittelwert beträgt 7, der minimale 1.

**Tabelle 3: Mittelwerte (Standardabweichung)**

Konstrukt	Alle	Szenario				Sig.
		A	B	C	D	
EIN	5,270 (1,307)	5,307 (1,203)	<b>6,086</b> (0,977)	5,137 (1,265)	4,577 (1,304)	***
ABS	3,554 (2,116)	3,678 (1,801)	<b>5,543</b> (1,539)	3,035 (1,874)	2,045 (1,574)	***
BEN	4,891 (1,458)	5,193 (1,228)	<b>6,093</b> (1,021)	4,525 (1,379)	3,798 (1,115)	***
CON	5,972 (1,063)	6,131 (0,880)	<b>6,343</b> (0,703)	6,058 (0,965)	5,348 (1,338)	***
PRO	5,691 (1,133)	5,633 (1,103)	<b>6,015</b> (0,944)	5,749 (1,146)	5,372 (1,227)	***
ERG	5,968 (1,026)	6,083 (0,852)	<b>6,211</b> (0,805)	5,993 (1,047)	5,583 (1,238)	***
UMG	5,108 (1,280)	4,552 (1,275)	<b>5,446</b> (1,106)	5,430 (1,204)	5,015 (1,312)	***

Die Mittelwerte der untersuchten Konstrukte unterscheiden sich zwischen allen vier Szenarien signifikant (A: persönlich am Billettschalter; B: Billettautomat; C: online am PC; D: online mit internetfähigem Telefon/iPhone).

Der Mittelwert der Einstellung gegenüber SST aller Szenarien liegt bei 5,270. Den höchsten Mittelwert der Einstellung erreicht Szenario B mit 6,086, den tiefsten Szenario D mit 4,577.

Von allen Konstrukten weist die Nutzungsabsicht von SST die kleinsten Mittelwerte auf. Über alle Szenarien liegt dieser Wert bei 3,554. Den höchsten Mittelwert der Nutzungsabsicht erzielt wiederum Szenario B mit 5,543, den tiefsten Szenario D mit 2,045.

Beim Konstrukt SST-Benutzung beträgt der Mittelwert über alle Szenarien 4,891. Den höchsten Mittelwert der SST-Nutzung erreicht auch hier Szenario B mit 6,093, den kleinsten Wert Szenario D mit 3,798.

Bei der wahrgenommenen Control, der Control über den Prozess und der Control über das Ergebnis finden sich relativ hohe Mittelwerte. So erzielt die wahrgenommene Control einen Mittelwert über alle Szenarien von 5,972. Den höchsten Mittelwert der wahrgenommenen Control weist Szenario B mit 6,343, den geringsten Szenario D mit 5,348 aus.

Das Konstrukt Control über den Prozess erreicht einen Mittelwert aller Szenarien von 5,691. Der höchste Mittelwert der Control über den Prozess findet sich erneut bei Szenario B mit 6,015, der kleinste bei Szenario D mit 5,372.

Bei der Control über das Ergebnis liegt der Mittelwert aller Szenarien bei 5,968. Den grössten Mittelwert erreicht Szenario B, nämlich 6,211, den kleinsten Szenario D mit 5,583.

Der Mittelwert aller Szenarien bei Control über die Umgebung beträgt 5,108 und ist deutlich tiefer als die Werte der übrigen Control-Konstrukte. Den höchsten Mittelwert der Control über die Umgebung erzielt Szenario B mit 5,446, den tiefsten Wert diesmal Szenario A mit 4,552.

Aus der Perspektive der Einzelszenarien erreicht Szenario B insgesamt die höchsten Mittelwerte und Szenario D die tiefsten Werte. Szenario A erzielt insgesamt die zweitgrössten Mittelwerte, vor Szenario C. Eine deutliche Ausnahme stellt Control über die Umgebung dar, wo der Mittelwert bei Szenario A am tiefsten ist.

### 4.3 Modellgüte

Die Güte des Messmodells wurde anhand der Faktorladungen und der Signifikanz beurteilt. Indikatoren sollten eine Faktorladung von min. 0,6, besser 0,8, aufweisen [29]. Das Signifikanzniveau wurde mittels T-Test geschätzt. Der T-Test prüft anhand des Mittelwerts der Stichprobe, ob dieser dem Erwartungswert der Grundgesamtheit entspricht [8].

Die Güte des Strukturmodells wurde anhand der Determinationskoeffizienten  $R^2$  geschätzt.  $R^2$  gibt die erklärte Varianz der Zielvariablen im Verhältnis zur Gesamtvarianz an [8].  $R^2$  liegt folglich nur bei endogenen Konstrukten vor [29].

Die Resultate der geschätzten Determinationskoeffizienten  $R^2$  sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Drei der vier endogenen Konstrukte erreichen einen Wert über 0,3 [29]. Das endogene Konstrukt der Einstellung gegenüber SST hingegen weist nur ein  $R^2$  von 0,033 (Szenario B) bis 0,136 (Alle) auf.

**Tabelle 4: Determinationskoeffizienten  $R^2$**

Szenario	Konstrukt			
	EIN	ABS	BEN	CON
Alle	0,136	0,561	0,650	0,555
A	0,046	0,467	0,410	0,457
B	0,033	0,454	0,543	0,508
C	0,044	0,504	0,586	0,541
D	0,105	0,491	0,546	0,568

### 4.4 Hypothesentest

Die Hypothesen werden zuerst für alle vier Szenarien gemeinsam und anschliessend für die Szenarien A, B, C und D einzeln getestet. Die Anzahl untersuchter Fälle der einzelnen Szenarien sowie die benutzten Werte für den zweiseitigen T-Test können Tabelle 5 entnommen werden.

**Tabelle 5: T-Werte**

Szenario	Anzahl Fälle	T-Werte		
		p<0,01 (***)	p<0,05 (**)	p<0,1 (*)
Alle	1'034	2,581	1,962	1,646
A	265	2,595	1,969	1,651
B	245	2,596	1,970	1,651
C	273	2,594	1,969	1,651
D	251	2,596	1,970	1,651

#### 4.4.1 Alle Szenarien

Die Datenbasis für die Analyse der vier Szenarien als Ganzes ist in Tabelle 6 zusammengestellt.

**Tabelle 6: Hypothesentest – alle Szenarien**

Hypothese	Pfadkoeffizient	T-Wert	Sig.
H1 EIN→ABS	0,701	37,975	***
H2 ABS→BEN	0,737	43,330	***
H3 CON→EIN	0,368	13,524	***
H4 CON→ABS	0,112	4,722	***
H5 CON→BEN	0,153	6,752	***
H6 PRO→CON	0,305	8,061	***
H7 ERG→CON	0,408	11,208	***
H8 UMG→CON	0,109	3,201	***

Die Ergebnisse bestätigen sowohl den Einfluss der Einstellung gegenüber SST auf die Nutzungsabsicht von SST (0,701\*\*\*) als auch den Einfluss der Nutzungsabsicht auf die SST-Benutzung deutlich (0,737\*\*\*). Demnach werden H1 und H2 mit p<0,01 unterstützt.

Wahrgenommene Control beeinflusst die Einstellung (0,368\*\*\*), die Nutzungsabsicht (0,112\*\*\*) wie auch die Nutzung der SST positiv (0,153\*\*\*). Am grössten ist der Einfluss von wahrgenommener Control auf die Einstellung, rund dreimal so hoch wie

auf die Nutzungsabsicht und doppelt so hoch wie auf die SST-Benutzung. Somit sind H3, H4 und H5 mit  $p < 0,01$  bestätigt.

Control über den Serviceprozess, Control über das Serviceergebnis und Control über die Serviceumgebung beeinflussen die wahrgenommene Control positiv. Indes unterscheiden sich die Wirkungen dieser drei Aspekte. Den grössten Einfluss übt Control über das Ergebnis aus (0,408\*\*\*), gefolgt von Control über den Prozess (0,305\*\*\*). Den mit Abstand geringsten Einfluss hat Control über die Umgebung (0,109\*\*\*). Dennoch bestätigen die Resultate H6, H7 und H8 mit  $p < 0,01$ .

#### 4.4.2 Einzelszenarien

Im Folgenden werden die Ergebnisse der vier Szenarien A, B, C und D einzeln analysiert (A: persönlich am Billettschalter; B: Billettautomat; C: online am PC; D: online mit internetfähigem Telefon/iPhone). Die Daten dazu können Tabelle 7 entnommen werden. Der höchste Pfadkoeffizient pro Hypothese ist kursiv, fett, der tiefste kursiv dargestellt.

Allgemein bestätigen die Szenarien einzeln analysiert zahlreiche Hypothesen mit der selben Signifikanz wie die Analyse der Szenarien als Ganzes. Deutliche Ausnahmen hiervon bilden die Hypothesen H4 und H8 sowie, in leicht abgeschwächter Form, auch H5.

**Tabelle 7: Hypothesentest – Szenarien einzeln**

Hypothese	Szenario	Pfad-koeffizient	T-Wert	Sig.
H1 EIN→ABS	A	0,692	18,111	***
	B	0,666	17,710	***
	C	<b>0,698</b>	18,197	***
	D	0,665	19,044	***
H2 ABS→BEN	A	0,606	14,677	***
	B	0,682	14,805	***
	C	<b>0,745</b>	26,210	***
	D	0,689	16,639	***
H3 CON→EIN	A	0,215	3,530	***
	B	0,181	2,677	***
	C	0,210	3,401	***
	D	<b>0,325</b>	4,895	***
H4 CON→ABS	A	-0,045	0,930	-
	B	0,040	1,011	-
	C	0,047	1,074	-
	D	<b>0,093</b>	1,743	*
H5 CON→BEN	A	0,153	2,556	**
	B	<b>0,190</b>	2,948	***
	C	0,084	1,721	*
	D	0,128	2,442	**

H6 PRO→CON	A	0,189	2,830	***
	B	0,334	4,441	***
	C	<b>0,494</b>	6,521	***
	D	0,412	5,841	***
H7 ERG→CON	A	<b>0,430</b>	6,320	***
	B	0,384	4,447	***
	C	0,246	3,205	***
	D	0,412	6,552	***
H8 UMG→CON	A	<b>0,182</b>	2,998	***
	B	0,087	1,239	-
	C	0,046	0,853	-
	D	-0,038	0,527	-

Die vier Einzelszenarien bestätigen den positiven Einfluss der Einstellung auf die Nutzungsabsicht von SST (Szenario A: 0,692\*\*\*; Szenario B: 0,666\*\*\*; Szenario C: 0,698\*\*\*; Szenario D: 0,665\*\*\*) wie auch den Einfluss der Nutzungsabsicht auf die Benutzung von SST (A: 0,606\*\*\*; B: 0,682\*\*\*; C: 0,745; D: 0,689\*\*\*). Während in Szenario A der Einfluss der Einstellung auf die Nutzungsabsicht höher ausfällt, ist umgekehrt in den SST-basierten Szenarien B, C und D der Einfluss der Nutzungsabsicht auf die SST-Benutzung grösser. Diese Resultate unterstützen H1 und H2 in allen vier Szenarien mit  $p < 0,01$ .

In allen vier Einzelszenarien hat die wahrgenommene Control eine positive Wirkung auf die Einstellung gegenüber SST (A: 0,215\*\*\*; B: 0,181\*\*\*; C: 0,210\*\*\*; D: 0,325\*\*\*). Hingegen hat die wahrgenommene Control in den Einzelszenarien wenig Einfluss auf die Nutzungsabsicht (A: -0,045; B: 0,040; C: 0,047; D: 0,093\*). Nur in Szenario D ist die Wirkung positiv und schwach signifikant, während die Wirkung in Szenario B und C zwar positiv, aber nicht signifikant ist, fällt sie in Szenario A nicht signifikant negativ aus. Durchwegs grösser als auf die Nutzungsabsicht ist der Einfluss der wahrgenommenen Control auf die tatsächliche Nutzung von SST (A: 0,153\*\*; B: 0,190\*\*\*; C: 0,084\*; D: 0,128\*\*). Alle vier einzelnen Szenarien zeigen einen positiven Zusammenhang, aber nur in Szenario B ist er hoch signifikant, in Szenario A und D signifikant und in Szenario C nur noch schwach signifikant. Demnach können mit den vier Einzelszenarien H3, H4 und H5 nur teilweise bestätigt werden: H3 in allen vier Szenarien mit  $p < 0,01$ , H4 nur in Szenario D mit  $p < 0,1$  und H5 in Szenario B mit  $p < 0,01$ , in Szenario A und D mit  $p < 0,05$  und in Szenario C mit  $p < 0,1$ .

Control über den Serviceprozess beeinflusst die wahrgenommene Control positiv (A: 0,189\*\*\*; B: 0,334\*\*\*; C: 0,494\*\*\*; D: 0,412\*\*\*). Den geringsten Einfluss findet sich in Szenario A, den höchsten in Szenario C. Control über das Serviceergebnis hat ebenfalls eine positive Wirkung auf die wahrgenommene Control (A: 0,430\*\*\*; B: 0,384\*\*\*; C: 0,246\*\*\*; D: 0,412\*\*\*). Den tiefsten Einfluss weist Szenario C auf, den höchsten Szenario A. Control über die Umgebung beeinflusst die wahrgenommene Control in den vier Szenarien unterschiedlich (A: 0,182\*\*\*; B: 0,087; C: 0,046; D: -0,038). Nur in Szenario A ist ein hoch signi-

fikant positiver Einfluss festzustellen, während der Einfluss in Szenario B und C nicht signifikant positiv ist, ist er in Szenario D nicht signifikant negativ. H6 und H7 werden in den Einzelszenarien mit  $p < 0,01$ , H8 nur in Szenario A mit  $p < 0,01$  bestätigt.

Werden die Hypothesen H6, H7 und H8 anhand der vier Szenarien verglichen, ergibt sich folgendes Bild: In Szenario A sind die untersuchten Einflüsse immer hoch signifikant. Control über das Ergebnis hat einen gut doppelt so grossen Einfluss auf die wahrgenommene Control wie Control über den Prozess bzw. über die Umgebung (H6: 0,189\*\*\*; H7: 0,430\*\*\*; H8: 0,182\*\*\*). In Szenario B sind nur Control über den Prozess und Control über das Ergebnis hoch signifikant und ähnlich gross. Der Einfluss von Control über die Umgebung ist gering (H6: 0,334\*\*\*; H7: 0,384\*\*\*; H8: 0,087). In Szenario C ist ebenfalls nur die Wirkung von Control über den Prozess bzw. über das Ergebnis hoch signifikant. Control über den Prozess hat einen rund doppelt so grossen Einfluss auf die wahrgenommene Control wie Control über das Ergebnis. Die Wirkung von Control über die Umgebung ist gering (H6: 0,494\*\*\*; H7: 0,246\*\*\*; H8: 0,046). In Szenario D haben Control über den Prozess und Control über das Ergebnis den selben, hoch signifikanten Einfluss. Hingegen ist der Einfluss von Control über die Umgebung negativ, wenn auch nicht signifikant (H6: 0,412\*\*\*; H7: 0,412\*\*\*; H8: -0,038).

## 5. DISKUSSION UND FAZIT

### 5.1 Implikationen

Im Zentrum der vorliegenden Untersuchung steht die Wirkung von Control auf die SST-Nutzung und mögliche Unterschiede zwischen technologiebasierten Self-Servicekanälen und der persönlich erbrachten Dienstleistung. Dazu wurde der TPB-Ansatz auf diesen einen Einflussfaktor reduziert und das Konstrukt Control auf die aus der Literatur gewonnenen drei Servicedimensionen Control über den Prozess, Control über das Ergebnis und Control über die Umgebung aufgefächert. Die speziell auf SST ausgerichtete Forschung hat Control in dieser Form bisher nicht untersucht. Zudem lässt sich eine systematische Berücksichtigung verschiedener Kanäle, wie sie im Erhebungsdesign gewählt wurde, so in der Literatur nicht finden. Die Ergebnisse der empirischen Erhebung bestätigen, dass die von Kunden wahrgenommene Control die Benutzung von SST und persönlich im Kundenkontakt erbrachten Services positiv beeinflussen. Dabei hat der direkte Einfluss auf die Einstellung gegenüber SST die stärkste Wirkung. Diese Ergebnisse sind mit bestehender Literatur konsistent [16, 43, 49, 57].

Die Resultate zeigen, dass für Kunden die drei Servicedimensionen Prozess, Ergebnis und Umgebung ungleich wichtig sind, aber auch, dass deren Relevanz vom Servicekanal abhängig ist. Demzufolge kann angenommen werden, dass Kunden durchaus zwischen mehreren Aspekten der Control unterscheiden, welche sie in der Serviceerstellung beherrschen wollen, und dass diese Aspekte kanalabhängig nicht gleich einflussreich sind. Von den drei Servicedimensionen haben vor allem Control über das Ergebnis und Control über den Prozess einen Einfluss. Der Einfluss von Control über die Umgebung hingegen ist vernachlässigbar. Kunden beurteilen ihre Einflussmöglichkeiten auf (Self-)Services also vor allem daran, wie gut sie Ergebnis und Prozess beherrschen können. Dementsprechend erscheint es gerechtfertigt, bei Betrachtungen einzelner Servicedimensionen der Control vor allem auf diese Dimensionen Prozess und Ergebnis zu fokussieren.

Ein weiteres Anliegen dieses Beitrags war, explorativ der Frage nachzugehen, ob in der Beurteilung von SST und der klassischen Serviceerstellung Unterschiede bestehen. Die Resultate belegen, dass Kunden Servicekanäle in der Tat unterschiedlich beurteilen. So vergeben Kunden dem Ticketkauf am Billettautomaten durchwegs die besten Noten. Kunden sind also der Meinung, den Prozess und das Ergebnis am Automaten von den vier untersuchten Servicekanälen am besten beherrschen zu können. Mögliche Gründe für diese Einschätzung könnten darin liegen, dass Kunden mit dem Billettautomaten allgemein gut vertraut sind, handelt es sich doch um eine gebräuchliche, weit verbreitete SST. Das System des Billettautomaten wurde explizit für den Verkauf von Tickets entwickelt und optimiert. Zudem ist der Billettautomat rund um die Uhr zugänglich und ohne eigene Hard- und Software der Kunden benutzbar. Das Beispiel des Billettautomaten dokumentiert, dass ein SST-Angebot bezüglich Control von Kunden sogar besser bewertet wird als der persönliche Schalterverkauf. Control am Billettautomaten und online am PC bewerten Kunden ähnlich. Die schlechteste Bewertung vergeben Kunden dem Smartphone, was vielleicht daran liegt, dass es sich um eine relativ junge, noch wenig verbreitete und unausgereifte SST handelt.

In der Gegenüberstellung des Einflusses von Control über den Prozess bzw. über das Ergebnis fällt auf, dass Control über den Prozess am Billettschalter im Vergleich zu den SST-basierten Angeboten gering ist. Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass Schalterkunden primär anhand ihres Einflusses auf das Ergebnis beurteilen, wie gut sie ein persönlich erstelltes Serviceangebot beherrschen. Wie gut Kunden dagegen SST-Angebote beherrschen, hängt massgeblich sowohl von ihrem Einfluss auf den Prozess wie auch auf das Ergebnis ab. Der Prozess und wie Kunden ihre Einflussmöglichkeiten darauf wahrnehmen, spielt bei technologiebasierten Self-Services eine wesentlich zentralere Rolle als beim traditionellen, persönlich erstellten Service.

Control und ihre unterschiedlichen Dimensionen sind nur ein Einflussfaktor in der SST-Benutzung, und darauf fokussiert der Konferenzbeitrag. Die Frage, ob Kunden Self-Services beeinflussen, kann im Lichte der vorgestellten Studie bejaht werden, auch wenn eine differenzierte Betrachtungsweise unerlässlich ist.

### 5.2 Limitationen

Wie alle Studien hat auch die vorliegende Untersuchung Limitationen. Die Forschungsfrage und die daraus abgeleiteten Hypothesen wurden anhand einer einzigen Dienstleistung, dem Ticketkauf, geprüft. Dabei wurde ein Szenario basiertes, quasi-experimentelles Erhebungsdesign angewendet und vier gebräuchliche, aber nicht allein mögliche Vertriebskanäle untersucht. Die Studienergebnisse basieren nicht auf tatsächlichem Kundenverhalten, sondern auf dem fiktiven Sachverhalt der Szenarien.

In der wissenschaftlichen Literatur fehlende Items mussten selber entwickelt werden. Dazu wurden bestehende Items aus der Literatur entsprechend adaptiert und erweitert. Damit SST und die klassische Dienstleistung überhaupt vergleichbar sind, wurde mit den untersuchten Aspekten Prozess, Ergebnis und Umgebung eine grobe Einteilung gewählt. Auch dürfte der Ausdruck Umgebung nicht ganz einfach zu begreifen sein in einer Online-Befragung.

Das untersuchte Sample bestand aus Studierenden einer Universität. Um die gewonnenen Erkenntnisse der vorliegenden Studie zu festigen, sind weitere Untersuchungen notwendig – mit anderen Dienstleistungen, SST und/oder Probanden.

## 6. LITERATUR

- [1] Ajzen, I. 1985. From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior. In *Action Control: From Cognition to Behavior*, Kuhl, J., Beckmann, J., Ed. Springer, Berlin, Heidelberg, 11-39.
- [2] Ajzen, I. 1991. The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 50, 2 (Dec 1991), 179-211.
- [3] Ajzen, I. 2002. Perceived Behavioral Control, Self-Efficacy, Locus of Control, and the Theory of Planned Behavior. *Journal of Applied Social Psychology*. 32, 4 (Apr 2002), 665-683.
- [4] Ajzen, I. 2006. Constructing a TpB Questionnaire: Conceptual and Methodological Considerations.
- [5] Ajzen, I., and Fishbein, M. 1973. Attitudinal and Normative Variables as Predictors of Specific Behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*. 27, 1 (Jul 1973), 41-57.
- [6] Anselmsson, J. 2001. Customer-Perceived Service Quality and Technology-Based Self-Service Systems. Doctoral Dissertation. Lund University.
- [7] Atteslander, P. 2003. Methoden der empirischen Sozialforschung. Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- [8] Backhaus, K., Erichson, B., Wulff Plinke, W., and Weiber, R. 2008. Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer, Berlin.
- [9] Bateson, J. E. G. 1985. Perceived Control and the Service Encounter. In *The Service Encounter: Managing Employee/Customer Interaction in Service Business: Managing Employee/Customer Interaction in Services Businesses (Advances I Retailing Series)*, Czepiel, J. A., Solomon, M. R., Surprenant, C. F., Ed. Aero Pub. Inc., 67-81.
- [10] Bateson, J. E. G. 1985. Self-Service Consumer: An Exploratory Study. *Journal of Retailing*. 61, 3 (Fall 85), 49-76.
- [11] Bateson, J. E. G. 2000. Perceived Control and the Service Experience. In *Handbook of Services Marketing & Management*, Swartz, T. A., Iacobucci, D., Ed. Sage Publications, Oaks, London, New Delhi, 127-144.
- [12] Beatson, A., Coote, L. V., and Rudd, J. M. 2006. Determining Consumer Satisfaction and Commitment Through Self-Service Technology and Personal Service Usage. *Journal of Marketing Management*. 22, 7/8, 853-882.
- [13] Bitner, M. J., Booms, B. H., and Tetreault, M. S. 1990. The Service Encounter: Diagnosing Favorable and Unfavorable Incidents. *Journal of Marketing*. 54, 1 (Jan 1990), 71-84.
- [14] Bitner, M. J., Brown, S. W., and Meuter, M. L. 2000. Technology Infusion in Service Encounters. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 28, 1 (Winter 2000), 138-149.
- [15] Bitner, M. J., Ostrom, A. L., and Meuter, M. L. 2002. Implementing Successful Self-Service Technologies. *Academy of Management Executive*. 16, 4 (Nov 2002), 96-108.
- [16] Bobbitt, L. M., and Dabholkar, P. A. 2001. Integrating Attitudinal Theories to Understand and Predict Use of Technology-Based Self-Service - The Internet as an Illustration. *International Journal of Service Industry Management*. 12, 5 (2001), 423-450.
- [17] Brady, M., K., and Cronin, J. J. 2001. Some New Thoughts on Conceptualizing Perceived Service Quality: A Hierarchical Approach. *Journal of Marketing*. 65, 7 (Jul 2001), 34-49.
- [18] Brosius, F. 2008. SPSS 16: das mitp-Standardwerk. Mitp-Verlag, Heidelberg.
- [19] Curran, J. M., and Meuter, M. L. 2005. Self-Service Technology Adoption: Comparing Three Technologies. *Journal of Services Marketing*. 19, (2005), 103-113.
- [20] Curran, J. M., and Meuter, M. L. 2007. Encouraging Existing Customers to Switch to Self-Service Technologies: Put a Little Fun in their Lives. *Journal of Marketing Theory & Practice*. 15, 4 (Fall), 283-298.
- [21] Curran, J. M., Meuter, M. L., and Surprenant, C. F. 2003. Intentions to Use Self-Service Technologies: A Confluence of Multiple Attitudes. *Journal of Service Research*. 5, 3 (Feb 2003), 209-224.
- [22] Dabholkar, P. A. 1996. Consumer Evaluations of New Technology-Based Self-Service Options: An Investigation of Alternative Models of Service Quality. *International Journal of Research in Marketing*. 13, 1 (1996), 29-51.
- [23] Dabholkar, P. A. 2000. Technology in Service Delivery: Implications for Self-Service and Service Support. In *Handbook of Services Marketing & Management*, Swartz, T. A., Iacobucci, D., Ed. Sage Publications, Oaks, London, New Delhi, 103-110.
- [24] Dabholkar, P. A., and Bagozzi, R. P. 2002. An Attitudinal Model of Technology-Based Self-Service: Moderating Effects of Consumer Traits and Situational Factors. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 30, 3 (Summer 2002), 184-201.
- [25] Dabholkar, P. A., Bobbitt, L. M., and Lee, E.-J. 2003. Understanding Consumer Motivation and Behavior Related to Self-Scanning in Retailing. *International Journal of Service Industry Management*. 14, 1, 59.
- [26] de Ruyter, K., Wetzels, M., and Kleijnen, M. 2001. Customer Adoption of e-Service: An Experimental Study. *International Journal of Service Industry Management*. 12, 2, 184-207.
- [27] Diekmann, A. 2007. Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Rohwohlt Taschenbuch, Reinbek bei Hamburg.
- [28] Ding, X., Verma, R., and Iqbal, Z. 2007. Self-Service Technology and Online Financial Service Choice. *International Journal of Service Industry Management*. 18, 3 (2007), 246-268.
- [29] Huber, F., Herrmann, A., Meyer, F., Vogel, J., and Vollhardt, K. 2007. Kausalmodellierung mit Partial Least Squares: Eine anwendungsorientierte Einführung. Gabler, Wiesbaden.

- [30] Hui, M. K., and Toffoli, R. 2002. Perceived Control and Consumer Attribution for the Service Encounter. *Journal of Applied Social Psychology*. 32, 9, 1825-1844.
- [31] Ipbal, Z., Verma, R., and Baran, R. 2003. Understanding Consumer Choices and Preferences in Transaction-Based e-Service. *Journal of Service Research*. 6, 1 (Aug 2003), 51-65.
- [32] Johnson, D. S., Bardhi, F., and Dunn, D. T. 2008. Understanding how Technology Paradoxes Affect Customer Satisfaction with Self-Service Technology: The Role of Performance Ambiguity and Trust in Technology. *Psychology & Marketing*. 25, 5, 416-443.
- [33] Langeard, E., Barteson, J. E. G., Lovelock, C. H., and Eiglier, P. 1981. *Services Marketing: New Insights from Consumers and Managers*. Marketing Science Institut, Massachusetts.
- [34] Lee, E.-J., Lee, J., and Eastwood, D. 2003. A Two-Step Estimation of Consumer Adoption of Technology-Based Service Innovations. *Journal of Consumer Affairs*. 37, 2 (Winter 2003), 256-282.
- [35] Lee, J., and Allaway, A. 2002. Effects of Personal Control on Adoption of Self-Service Technology Innovations. *Journal of Services Marketing*. 16, 6 (2002), 553-572.
- [36] Liljander, V., Gillberg, F., Gummerus, J., and van Riel, A. 2006. Technology Readiness and the Evaluation and Adoption of Self-Service Technologies. *Journal of Retailing and Consumer Services*. 13, 3 (May 2006), 177-191.
- [37] Marzocchi, G. L., and Zammit, A. 2006. Self-Scanning Technologies in Retail: Determinants of Adoption. *Service Industries Journal*. 26, 6, 651-669.
- [38] Meuter, M. L., and Bitner, M. J. 1998. Self-Service Technologies: Extending Service Frameworks and Identifying Issues for Research. In *Proceedings of the AMA Winter Educator's Conference* (Chicago, 1998), 12-19.
- [39] Meuter, M. L., Bitner, M. J., Ostrom, A. L., and Brown, S. W. 2005. Choosing Among Alternative Service Delivery Modes: An Investigation of Customer Trial of Self-Service Technologies. *Journal of Marketing*. 69, 2 (Apr 2005), 61-83.
- [40] Meuter, M. L., Ostrom, A. L., Bitner, M. J., and Roundtree, R. I. 2003. The Influence of Technology Anxiety on Consumer Use and Experiences with Self-Service Technologies. *Journal of Business Research*. 56, 11 (Nov 2003), 899-906.
- [41] Meuter, M. L., Ostrom, A. L., Roundtree, R. I., and Bitner, M. J. 2000. Self-Service Technologies: Understanding Customer Satisfaction with Technology-Based Service Encounters. *Journal of Marketing*. 64, 3 (Jul 2000), 50-64.
- [42] Moore, G. C., and Benbasat, I. 1991. Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation. *Information Systems Research*. 2, 3 (Sep 1991), 192-222.
- [43] Oyedele, A., and Simpson, P. M. 2007. An Empirical Investigation of Consumer Control Factors on Intention to Use Selected Self-Service Technologies. *International Journal of Service Industry Management*. 18, 3, 287-306.
- [44] Parasuraman, A. 2000. Technology Readiness Index (TRI): A Multiple-Item Scale to Measure Readiness to Embrace New Technologies. *Journal of Service Research*. 2, 4 (May 2000), 307-320.
- [45] Rogers, E. M. 2003. *Diffusion of Innovations*. Free Press, New York.
- [46] Rust, R. T., and Oliver, R. L. 1994. Service Quality: Insights and Managerial Implications from the Frontier. In *Service Quality: New Directions in Theory and Practice*, Rust, R. T., Oliver, R. L., Ed. Sage, Thousand Oaks, CA, 1-19.
- [47] Salomann, H., Kolbe, L., and Brenner, W. 2006. Self-Services in Customer Relationships: Balancing High-Tech and High-Touch Today and Tomorrow. *e-Service Journal*. 4, 2 (Winter 2006), 65-84.
- [48] Shostack, G. L. 1985. Planning the Service Encounter. In *The Service Encounter*, Czepiel, J. A., Solomon, M. R., Suprenant, C. F., Ed. Aero Pub. Inc.
- [49] Simon, F., and Usunier, J.-C. 2007. Cognitive, Demographic, and Situational Determinants of Service Customer Preference for Personnel-in-Contact over Self-Service Technology. *International Journal of Research in Marketing*. 24, 2 (Jun 2007), 163-173.
- [50] Solomon, M. R., Surprenant, C., Czepiel, J. A., and Gutman, E. G. 1985. A Role Theory Perspective on Dyadic Interactions: The Service Encounter. *Journal of Marketing*. 49, 1 (Winter 1985), 99-111.
- [51] Taylor, S., and Todd, P. A. 1995. Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information Systems Research*. 6, 2 (Jun 1995), 144-176.
- [52] Terry, D. J., and O'Leary, J. E. 1995. The Theory of Planned Behaviour: The Effects of Perceived Behavioural Control and Self-Efficacy. *The British Journal of Social Psychology*. 34, 2 (Jun 1995), 199-220.
- [53] Walker, R. H., and Johnson, L. W. 2006. Why Consumers Use and Do Not Use Technology-Enabled Services. *Journal of Services Marketing*. 20, 2, 125-135.
- [54] Weijters, B., Rangarajan, D., Falk, T., and Schillewaert, N. 2007. Determinants and Outcomes of Customers' Use of Self-Service Technology in a Retail Setting. *Journal of Service Research*. 10, 1 (Aug 2007), 3-21.
- [55] White, R. W. 1959. Motivation Reconsidered: The Concept of Competence. *Psychological Review*. 66, 5 (Sep 1959), 297-333.
- [56] Yen, H. J. R. 2005. An Attribute-Based Model of Quality Satisfaction for Internet Self-Service Technology. *Service Industries Journal*. 25, 5, 641-659.
- [57] Zhu, Z., Nakata, C., Sivakumar, K., and Grewal, D. 2007. Self-Service Technology Effectiveness: The Role of Design Features and Individual Traits. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 35, 4 (Dec 2007), 492-506.

# Does Algorithmic Trading Increase Volatility?

## Empirical Evidence from the Fully-Electronic Trading Platform Xetra

Sven S. Groth  
Chair of e-Finance  
Goethe University Frankfurt  
Grüneburgplatz 1  
60323 Frankfurt am Main  
+49 (0)69 798 33872

sgroth@wiwi.uni-frankfurt.de

### ABSTRACT

Being equipped with a unique high-frequency dataset that enables us to precisely identify algorithmic trading (i.e. computer-generated) activity, we provide strong evidence that algorithmic trading does not exceedingly increase volatility, at least not more than human traders do. Our empirical analyses cover several potential reasons why algorithmic trading could increase volatility. For example, we address whether or not algorithmic traders follow less diverse trading strategies than humans. Moreover, we investigate whether or not algorithmic traders withdraw liquidity from the market during periods of high volatility.

### Keywords

Financial markets, algorithmic trading, volatility.

### 1. INTRODUCTION

Today, up to 40% of executed trading volume on major exchanges includes an algorithmic trader, i.e. a computer, as a trading counterparty [6][11]. Moreover, algorithmic trading even accounts for 50% of electronic message traffic [11]. While algorithmic trading, in terms of market share, has been virtually non-existent a decade ago, the electrification of trading systems has accelerated the double-digit growth since then. With the emergence of algorithmic trading, the interest in the topic by both the public and researchers has significantly grown. The media, however, has primarily satisfied the increased public interest with rather one-sided stories: While the Wall Street Journal concentrates on “*the dark side of algorithms*” (May 7<sup>th</sup> 2010), the New York Times exemplarily highlights reputed disparities by “*reward[ed] bad actors*” (August 3<sup>rd</sup> 2009). Beyond that the Financial Times asserts that “*algorithmic trades heighten*

*volatility*” (December 4<sup>th</sup> 2008) or, to be more precise, “*algorithmic trades produce snowball effects on volatility*” (December 5<sup>th</sup> 2008). Researchers though were – until recently – neither able to confirm nor to defeat the propositions made by the media. Being largely hampered by limited data availability, academics have not been able to conduct rigorous research. In particular the relation between algorithmic trading activity and volatility has not yet been sufficiently investigated. On financial markets, stock prices should ideally reflect the underlying *real* (fundamental) value of listed companies. Thus, high levels of stock price volatility indicate large uncertainty about the value of respective companies. While uncertainty may open up trading opportunities for speculators, most market participants perceive volatility as rather iniquitous. This is particularly true whenever volatility levels do not reflect uncertainty about company values, i.e. expected future cash flows, because a certain group of investors / traders systematically impairs volatility levels.

Rigorous insights into the behavior of algorithmic traders, i.e. computers, on financial markets are essential for – at least – the following reasons:

First, the constant evolution to fully automated securities trading [15] calls for respective adjustments to electronic market design to secure both market integrity and fairness. In order to do so, a thorough analysis of market participants, i.e. agents, is necessary [20]. In this context, algorithmic traders can be classified as autonomous agents that (proactively) interact with other agents [8]. In other words, the rising share of algorithmic trading activity may entail necessary changes to electronic market design from both a “mechanism designer” and a “system designer” viewpoint.

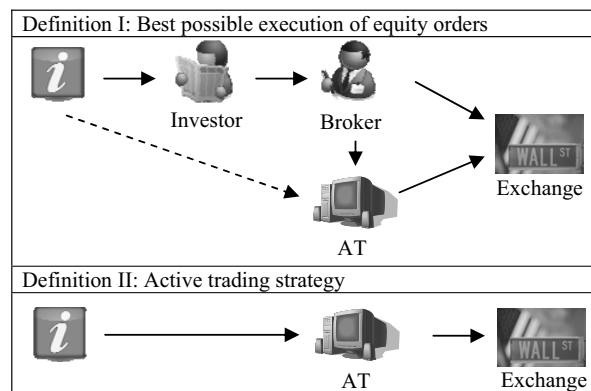
Second, gained insights on the influence of information technology (IT) on market quality are most useful in the current discussion on regulation of algorithmic or high frequency traders. In a similar context, [19] also see the necessity to investigate “how the use of intelligent agents influences the market structure, the market process, the interaction of market participants, the role of intermediaries, and the efficiency of electronic markets”.

To sum up, in order to fill inherent research gaps our overall research question is as follows: does algorithmic trading increase volatility?

Regarding algorithmic trading, there is no single accepted definition yet. Traditionally, algorithmic trading is often limited to “the automated, computer-based execution of equity orders [...]”,

usually with the goal of meeting a particular benchmark” [7]. In other words, algorithmic traders are often limited to emulate a broker’s core competence: as illustrated in Figure 1 (*Definition I*), investors interpret relevant information and make an investment decision. Brokers are then asked to implement the decision on the market by achieving best possible prices. Brokers (or alternatively also investors with direct market access) may, however, alternatively also use algorithmic trading engines to execute the orders, i.e. for example employ an algorithm that automatically slices a large order into smaller pieces to reduce market impact.

Nonetheless, algorithmic traders may also follow their own active trading strategies derived from available information (*Definition II*). The strategies are usually designed to close with a flat position at the end of the trading day. Therefore, from our point of view a broader definition of algorithmic trading seems more viable, i.e. the “use of computer algorithms to manage the trading process” [12].



**Figure 1: Simplified illustration of the trading value chain**

We approach the overall research question as follows: we gather pieces of evidence that will allow us to answer whether or not algorithmic traders are – mainly – responsible for high volatility levels. Hereby, we pick up different arguments already brought forward by both researchers and the media. In particular, we analyze the heterogeneity of algorithmic trading strategies (section 4), the impact of algorithmic trading on volatility levels (section 5), the algorithmic trading liquidity supply during periods of high volatility (section 6), and the algorithmic trading order cancellation behavior during periods of high volatility (section 7). Consequently, we will finally be able to offer rigorous support in the relevant discussion on the role of technology and computers in today’s financial markets. This knowledge is for example highly relevant in the course of the currently held discussion on algorithmic trading regulation (section 8).

## 2. RELATED WORK

Besides above depicted (German) information systems literature, i.e. “market engineering” and the “impact of IT”, our research also contributes to finance literature. With the emergence of algorithmic trading concepts both researchers and practitioners were interested in whether or not algorithmic trading, compared to traditional brokerage with human intermediaries, actually creates additional value [3]. For example, [7] found the execution quality of the analyzed early-stage algorithms to be inferior; but as employing human brokers is considerably more costly, the use of algorithmic trading was assessed as basically creating value.

An additional, primarily practitioner-oriented, stream of research aims to answer which kind of algorithm to choose for which kind of task and how to actually evaluate its’ success [14][22]. The continuously rising market shares of algorithmic trading during the last decade, however, also called for research on the influence of algorithmic trading on the market as a whole. Despite the eligible interest in this topic, there is only little empirical research in this area primarily because of the lack of appropriate data. The stream of research that concentrates on the influence of algorithmic trading on the market as a whole can be divided into two sub-categories in line with the analyzed market quality indicators, i.e. liquidity and volatility. In this context, the research questions are usually whether or not algorithmic trading decreases liquidity levels and / or whether or not algorithmic trading increases volatility levels.

For the U.S. market, [12] find that algorithmic trading likely improves liquidity rather than impairs liquidity levels. They are, however, not able to precisely identify algorithmic trading activity. Instead, [12] use the normalized measure of New York Stock Exchange (NYSE) electronic message traffic as a proxy for algorithmic trading activity. Given that both [9] and [11] observe that algorithmic traders, for example, tend to continuously adjust their existing orders on a (milli-) second basis, the assumption that there is a connection between electronic message traffic and algorithmic trading activity seems viable. Nonetheless, their proxy still remains very unspecific and may not appropriately pick up variations in algorithmic liquidity supply. In this context, [9] points out that algorithmic traders “blur traditional definitions” on how liquidity is supplied to the market. According to [9], the liquidity provided by algorithmic traders tends to be rather transient and therefore liquidity measures that are based on committed liquidity need to be questioned.

Being equipped with an intraday high-frequency dataset similar to ours that allows for the precise identification of algorithmic traders, [13] provide evidence that algorithmic traders should improve both price efficiency and market liquidity. Nonetheless, [13] were merely provided with data on orders submitted by algorithmic traders, i.e. not all order book events. Therefore, they were not able to for instance identify traded volumes between humans or between humans and algorithmic traders (see Section 4). Finally, [16] provide further evidence that algorithmic traders increase liquidity and the informativeness of prices. Their insights were gained through a natural experiment, i.e. a system upgrade (release 8.0) of the fully-electronic trading platform Xetra that reduced round trip system latency from 50ms to 10ms.

Regarding volatility, however, there are only very few rigorous research results available. The most important work by [2] has been conducted in the foreign exchange market where algorithmic trading is a far more recent phenomenon than in the equity market. Despite of less diverse trading strategies among algorithmic traders, [2] conclude that, if anything, the presence of algorithmic trading is associated with lower volatility. Similarly, [10] finds that algorithmic trading has the potential to lower market volatility. The study is, however, merely based on artificial data generated within a controlled simulation environment.

Overall, we may conclude that existing research suggests that algorithmic trading does not increase volatility. Nonetheless, we have also seen that this stream of research still lacks rigorous empirical research. Therefore, we aim to close this gap. While other authors make use of questionable proxies for algorithmic



trading activity [12], merely analyze an incomplete dataset [13], or work in an idealized and simplified simulation-based environment [10] we contribute to existing literature by analyzing a complete real-world equity market high-frequency dataset that contains the best currently available proxy for algorithmic trading activity.

### 3. DATA DESCRIPTION

Below empirical analyses are based on a unique high-frequency dataset directly provided by Deutsche Börse AG, i.e. the operator of the German Frankfurt Stock Exchange. The Frankfurt Stock Exchange offers both floor-trading and fully-electronic trading via Xetra. In 2007, 98.30% of order book turnover in German blue-chip DAX30 equities took place on Xetra [6].

The provided dataset contains all Xetra order book events during the period under investigation, i.e. between October 8<sup>th</sup> 2007 and October 12<sup>th</sup> 2007. Each order, which is assigned a unique order number by the trading system, should at least trigger two events (Table 1): first, a submission event and second either a full execution or a cancellation / deletion event. Each order can be partially executed and / or modified more than once. In Xetra, a modification event merely refers to a reduction of order volume. An increase in order volume would negatively affect the priority or execution probability of other orders. In this case, the system automatically generates a deletion event for the modified order and a new order entry event with increased volume. Analogue, technical deletion and insertion events occur due to changing trade restrictions that do not affect the price-time priority of other orders.

**Table 1: Summary of order book events**

Event	Event frequency		% of all events
	AT	H	
Submission	2,171,613	1,936,909	46.47 %
Cancellation	1,558,511	1,518,736	34.81 %
Full execution	583,638	374,028	10.83 %
Partial execution	230,430	300,730	6.01 %
Others	28,138	56,255	0.95%
Modification	51,722	30,260	0.93 %

For each event the following additional information is provided: timestamp, international security identification number (ISIN), order number, auction trade flag, order type, buy/sell indicator, (hidden) size, price / limit, event code, trade restriction, and ATflag.

The auction trade flag indicates the trading phase, e.g. continuous trading, during which the specific event occurred. One order may reveal different auction trade flags as for example order submission and order execution can take place during different trading phases. Order type indicates whether an order is a limit order, market order, iceberg order or market-to-limit order. Orders may also be restricted to be exclusively executed during a certain trading phase (trade restriction), e.g. auctions.

The ATflag indicates whether (ATflag = 1) or not (ATflag = 0) a certain event has been triggered by an algorithm. It does not allow the identification and exploitation of activities of single market participants though. The identification of algorithms is made possible because Deutsche Börse AG offers its clients a special pricing model for computer generated trades called Automated

Trading Program (ATP). Participants of the Automated Trading Program oblige themselves to exclusively make use of the rebate-relevant Automated Trading User-ID whenever transactions have been generated by an electronic system. The definition of an electronic system is as follows:

*The electronic system has to determine two out of the three following order parameters: price (order type and / or order limit where applicable), timing (time of order entry) and quantity (quantity of the order in number of securities). [...] The electronic system must generate buy or sell orders independently, i.e. without frequent manual intervention, using a specified program or data. [5]*

Considering both above “electronic system” definition and granted financial incentives (fee rebates), the algorithmic trading flag can be appreciated as the best proxy for algorithmic trading activity currently available. In other words, we are able to differentiate between orders submitted by humans and orders submitted by algorithms, i.e. by one of the two groups. It shall, however, be noted that despite of the strong financial incentives not all algorithmic traders may take part in the program. As exemplarily shown by [13] the fee rebates “for high-frequency trading firms, whose turnover is much higher than the amount of capital invested, the savings [associated with the automated trading program] are significant”. Therefore, the identification of algorithmic traders via the automated trading program is seen as the best currently available proxy for algorithmic trading activity. During the following we will therefore assume that ATP members are equivalent to algorithmic traders (AT) and that the remaining non-ATP members are humans (H).

The dataset allows for an order book reconstruction of covered DAX30 securities at any time during the period under investigation, including all trading phases. Basically, all orders submitted prior to the time of interest, i.e. order book reconstruction, that are not fully executed, cancelled or deleted (including “deleted” invalid day orders) remain in the order book. The actual order limits are determined by further incorporating partial executions and modifications. The order entry timestamp allows for the consideration of time priority.

## 4. DIVERSITY OF ALGORITHMIC TRADING STRATEGIES

### 4.1 Motivation

In this section we do not attempt to approach the overall research question by directly linking algorithmic trading activity and observed volatility levels. Instead, we first want to gather rather indirect evidence for or against the volatility-increasing proposition of algorithmic traders by assessing the diversity of algorithmic trading strategies.

If algorithmic traders tended to follow similar active trading strategies, these should crowd on the same side of the market. [17] also state that “volatility increases under one-sided conditions”. For example, let us assume that all algorithmic traders were following a strategy that capitalizes on an expected relationship between the movement of stock A and the time-delayed movement of stock B. Let us further assume that the developers of this algorithmic trader employ similar models because of identical available input, i.e. historical price time series. If the price of stock A increases (by for instance more than 2%), the algorithmic traders expect the price of stock B to increase, too. Therefore, all

algorithmic traders should try to build up a long position in stock B, i.e. buy shares in stock B. Depending on their level of aggressiveness, these would then either try to instantaneously buy shares via submitting buy market orders or try to get hit by another traders' aggressive sell orders by submitting passive buy limit orders. In both cases algorithmic traders were crowding on the same side of the market, i.e. the bid side. The combination of many aggressive buy market orders and no passive liquidity supplying sell orders (provided by algorithms) would result in large swings of prices, i.e. high volatility. It is against this background that the evaluation of algorithmic trading strategies should enable us to gain valuable insights to answer our research question.

We evaluate whether or not algorithmic traders – in aggregate – follow less diverse trading strategies by means of two different research approaches. If both approaches, i.e. methodologies, yield equivalent results, then our inferred implications are seen as robust.

## 4.2 Methodology I: Benchmark Model

In order to investigate the correlation of algorithmic strategies we adopt the approach proposed by [2] who argue that algorithmic traders are expected to trade less among themselves and more with humans, if the algorithmic traders follow homogeneous trading strategies. "At the extreme, if all computers used the very same algorithms and had the exact same speed of execution, we would observe no trading volume among computers. Therefore, the fraction of trades conducted between computers contains information on how correlated their strategies are" [2].

On the basis of a simple benchmark model that assumes random and independent matching of trades we are able to determine the theoretical probabilities of trades conducted between and among the two groups of traders, i.e. humans and algorithmic traders. Additionally differentiating between the aggressive counterparty who triggered a trade and the passive counterparty who has been hit by an aggressive order, four possible trade combinations are possible (*passive/aggressive*): *human/human*, *algorithmic trader/human*, *human/algorithmic trader*, and *algorithmic trader/algorithmic trader*.

After minor transformations (see Appendix I), the relation between the four trade combination probabilities can be re-written as follows [2]:

$$\underbrace{Prob(H/H) / Prob(AT/H)}_{R\_H} = \underbrace{Prob(H/AT) / Prob(AT/AT)}_{R\_AT}$$

From above equation two ratios can be extracted: "R\_H" (i.e. aggressive human) and "R\_AT" (i.e. aggressive algorithmic trader). Both ratios might be above one if the number of human traders is larger than the number of algorithmic traders. Given above assumption of a random matching process the ratio of ratios  $R = R\_AT / R\_H$ , however, will be equal to one. This is the case if humans and algorithmic traders, both being the aggressive trading counterparty, take about the same proportion of liquidity from (other) passive humans.

Next, ex-post proxies for R\_H, R\_AT and R are calculated on a daily basis for each security in above introduced dataset in the following manner:

$$R\_H_{proxy} = Vol(H/H) / Vol(AT/H)$$

$$R\_AT_{proxy} = Vol(H/AT) / Vol(AT/AT)$$

$$R_{proxy} = R\_H_{proxy} / R\_AT_{proxy}$$

Thereby  $Vol(passive/aggressive)$  marks the daily trading volume between the respective passive and aggressive trading counterparties. Finally, the mean / median of the cross-sectional daily ratio of ratios  $R_{proxy}$  is compared to the theoretically derived ratio of ratios R. We consequently formulate the following null- and alternative hypotheses:

$$H_0 : \mu(R_{proxy}) = 1 \quad \text{vs.} \quad H_A : \mu(R_{proxy}) \neq 1$$

The rejection of the null hypothesis would provide evidence that algorithmic trading strategies are more homogeneous than the trading strategies applied by human traders.

## 4.3 Empirical Results I: Benchmark Model

Descriptive statistics for the ratio of ratios  $R_{proxy}$  can be found in Table 2. Given the descriptive statistics it can be observed that both the mean and the median values are close to one, i.e. close to the theoretically derived benchmark ratio or ratios R.

**Table 2: Descriptive statistics for the ratio of ratios**

	Mean	Median	Standard deviation
$R_{proxy}$	1.0211	0.9874	0.2541
N	150		

Test results for above defined hypotheses are summarized in Table 3. Test results for both the mean (t-test) and the median (Wilcoxon signed rank test) provide further evidence that above defined null hypotheses may not be rejected.

**Table 3: Test results for the ratio of ratios**

Hypothesis	$\mu$	Significance
$H_0 : \mu(R_{proxy}) = 1$	mean	0.310
$H_0 : \mu(R_{proxy}) = 1$	median	0.892

The results provide evidence that algorithmic traders trade with each other as much as random matching would predict. Therefore, we conclude that algorithmic strategies are just as diverse as human strategies. It follows that algorithmic traders as a whole should not particularly increase volatility because of homogeneous trading strategies, i.e. herding.

This is, however, only true for the equity market (Xetra). In the foreign exchange market, for example, [2] find the opposite to be true. One possible explanation might be found with the fact that algorithmic traders in the equity market follow active profit-generating trading strategies, compared to mere execution strategies, less exclusively than algorithmic traders in the foreign exchange market. Such a concentration on active profit-generating strategies would result in a less diverse trading strategy universe.

## 4.4 Methodology II: Market Sidedness

In order to further investigate the role both humans and algorithmic traders play in volatile market phases we additionally apply the market sidedness measure proposed by [17]. Similarly to above introduced ratio of ratios, the market sidedness measure also reveals whether or not market participants follow similar strategies.

#### 4.4.1 Market Sidedness

If algorithmic traders followed homogeneous trading strategies, we would expect them to trade on the same side of the market, i.e. either primarily buy or sell. The market sidedness measure provides us with insights into whether trading has been more one-sided or more two-sided during a certain period of time. If algorithmic traders trade more one-sided than human traders during periods of high volatility, we could assume them to follow less diverse trading strategies than humans.

Market sidedness (MS) is estimated by the correlation between ZBUY and ZSELL [17]:

$$ZBUY = (BUY - \text{Mean}(BUY)) / SD(BUY)$$

$$ZSELL = (SELL - \text{Mean}(SELL)) / SD(SELL)$$

BUY (SELL) is the number of buyer- (seller-) initiated trades in an interval, i.e. on which side of the market has the pressure to execute been larger. The identification of relevant intervals is explained in more detail in section 4.4.2. Mean and SD are the sample mean and standard deviation [17].

#### 4.4.2 Identification of High Volatility Intervals

As we are mostly interested in how algorithmic traders and humans behave during periods of high volatility, we need to identify those. Being provided with a high-frequency intraday dataset, we divide the trading day into 5-minute intervals. For reasons of better comparison we concentrate on continuous trading phases only. Those 5-minute intervals that contain any kind of auction (e.g. closing auction) have been excluded from the analysis.

For the calculation of volatility levels within each of the 5-minute intervals we apply a risk model from [4] that is based on short-term price volatility. Realized volatility,  $\sigma_{[t1,t2]}$ , is calculated using transaction returns in the following manner:

$$\sigma_{[t1,t2]} = \sqrt{\sum_{i=1}^N r_{i,[t1,t2]}^2}$$

Here,  $r_{i,[t1,t2]}$  is defined as the return of the  $i$ th transaction during time interval  $[t1, t2]$ , i.e. each 5-minute interval. In financial risk research, the importance of realized volatility has been emphasized by for example [1].

In order to account for microstructure effects such as negative autocorrelation that may negatively affect the validity of our volatility measure, we adjust the  $\sigma_{[t1,t2]}$  measure with a *Bias* factor [4]:

$$Bias = \frac{\sqrt{q} \sigma_{\Delta t}}{\sigma_{\Delta t \text{ ref}}} \quad \text{with } \Delta t_{\text{ref}} = q \cdot \Delta t$$

The bias factor is calculated by observing a bias-free reference case (with a large enough time interval  $\Delta t_{\text{ref}}$ ) to judge the bias of smaller intervals  $\Delta t$ . As proposed in [4], one working day has been used as  $\Delta t_{\text{ref}}$  and *Bias* has been calculated on the basis of a one year price history for each DAX30 security. On the basis of the calculated *Bias* that is measured in terms of how much *Bias* deviates from 1, a corrected realized volatility measure  $RV_{[t1,t2],\text{corr}}$  is calculated by:

$$RV_{[t1,t2],\text{corr}} = \sigma_{[t1,t2]} / Bias$$

Given the realized (corrected) volatility value for each 5-minute interval during the period under investigation for each security,

the high (low) volatility intervals were identified as those being in the top (bottom) 5% (percentile). The empirical distribution of realized volatility for all 30 securities during the period of investigation is presented in Figure 2.

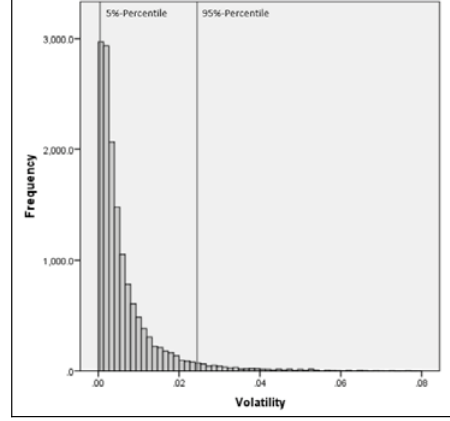


Figure 2: Empirical distribution of realized volatility

As it can be observed in Figure 3 the distribution of high (low) volatility intervals is in line with what literature suggests about intraday volatility shapes, i.e. high volatility levels at the beginning of the trading day and rather low volatility levels at the middle of the trading day [21].

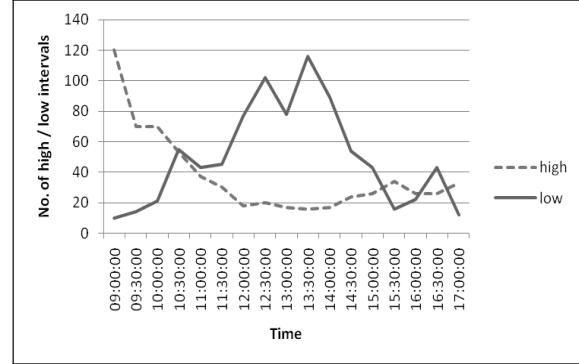


Figure 3: Distribution of high / low volatility intervals

#### 4.4.3 Evaluation Setup

ZBUY and ZSELL are calculated for each 5-minute high-volatility interval. The market sidedness measure MS, i.e. the correlation between ZBUY and ZSELL, is calculated for each security resulting in 30 MS values.

If algorithmic traders followed less diverse trading strategies than humans, we would expect them to trade more one-sided. If algorithmic traders consequently followed less diverse trading strategies during periods of high volatility, we could – at least – argue that there is an interrelation between algorithmic trading activity and volatility because of the use of homogeneous trading strategies by algorithmic traders. We consequently formulate the following null- and alternative hypotheses:

$$H_0 : \mu(MS_{\text{high}}^H) \leq \mu(MS_{\text{high}}^{AT}) \quad \text{vs.} \quad H_A : \mu(MS_{\text{high}}^H) > \mu(MS_{\text{high}}^{AT})$$

Hereby,  $MS_{high}$  depicts market sidedness for periods of high volatility only.  $MS^H$  ( $MS^{AT}$ ) depicts market sidedness for humans (algorithmic traders) only. Due to the fact that we were provided with detailed high-frequency order book information, we are able to determine ZBUY and ZSELL for the trader groups human and algorithmic traders separately.

#### 4.5 Empirical Results II: Market Sidedness

Descriptive statistics for the market sidedness measure MS can be found in Table 4. Mean correlation values were calculated based on  $Z_{fisher}$ -transformed correlation coefficients. The descriptive results provide first evidence that both groups of traders exhibit a similar degree of market sidedness, i.e. during the  $N = 752$  periods (5-minute intervals) of high-volatility.

**Table 4: Descriptive statistics for market sidedness**

	Mean	Median
$MS_{high}^{AT}$	0.3866	0.3577
$MS_{high}^H$	0.3802	0.4022

Test results for above defined hypotheses are summarized in Table 5. The median correlations are compared using the Wilcoxon test. Test results provide further evidence that above defined null hypothesis cannot be rejected.

**Table 5: Wilcoxon test results for market sidedness**

Hypothesis	Significance
$H_0 : \mu(MS_{high}^H) \leq \mu(MS_{high}^{AT})$	0.926

Given above results we may conclude that both groups of traders, i.e. both algorithmic traders and humans, exhibit similar degrees of market sidedness during periods of high volatility. In other words, both groups exhibit a similar diversity of trading strategies. In line with the evidence found in section 4, we therefore do not expect algorithmic traders to increase market volatility because of rather homogeneous trading strategies; at least not more than human traders do.

### 5. IMPACT OF ALGORITHMIC TRADING ACTIVITY ON VOLATILITY

#### 5.1 Motivation

After having gathered rather indirect evidence on the role algorithmic trading plays regarding its' influence of volatility, this section's approach is more straight forward. If algorithmic trading had a worsening influence on volatility, we should observe a causal positive relationship between the two figures. In other words, an increase in algorithmic trading activity should result in an increase in volatility.

#### 5.2 Methodology

In order to derive a causal relationship between algorithmic trading activity and volatility, we estimate a regression equation by means of OLS:

$$RV_{t,corr} = \alpha + \beta \cdot AT_t + \gamma \cdot DT_t + \sum_{k=1}^5 \delta \cdot RV_{t-k,corr} + \varepsilon_t$$

Hereby,  $RV_{t,corr}$  is equivalent to above defined realized volatility measure during interval  $t = 1, \dots, T$ .  $AT_t$  stands for two different measures that indicate the degree of algorithmic trading activity. First, the fraction of executed volume with any algorithmic

trading participation, i.e. both passive and aggressive ( $AT_{any}$ ). Second, the fraction of executed volume with algorithmic traders being aggressive, i.e. taking liquidity ( $AT_{aggressive}$ ).

$$Vol(all) = Vol(H/H) + Vol(H/AT) + Vol(AT/AT) + Vol(AT/H)$$

$$AT_{any} = (Vol(H/AT) + Vol(AT/AT) + Vol(AT/H)) / Vol(all)$$

$$AT_{aggressive} = (Vol(H/AT) + Vol(AT/AT)) / Vol(all)$$

$DT_t$  constitutes a set of time dummies to control for intraday variations of volatility. Moreover,  $k$  lags of the realized volatility measure  $RV_{t,corr}$  are included to control for the strong serial correlation in volatility [1]. Finally,  $\varepsilon_t$  is the error term. While the analysis in section 5 has been restricted to a certain selection of volatility intervals, the respective inputs into the OLS regression are calculated for each 5-minute interval (but still without those that contain auctions).

As highlighted by [2], the error term  $\varepsilon_t$  may not be uncorrelated with  $AT_t$ . This potential endogeneity issue arises because algorithmic trading activity may not only have an influence on volatility, but volatility levels may also influence the behavior of algorithmic traders. As it is not clear in which direction a possible bias will go, we additionally adopt an instrumental variable (IV) approach to deal with the endogeneity issue.

Hereby, we need to find an instrumental variable that is uncorrelated with the error term  $\varepsilon_t$ , but correlated with  $AT_t$ . As it is very difficult to find an instrumental variable that meets these criteria, we adopt an alternative method. Thereby, the instrumental variable is created by lagging the troublesome variable, i.e.  $AT_t$ . Operationally, the problem is solved by means of Two-Stage Least-Squares Regression (2SLS).

#### 5.3 Empirical Results

Results for both the OLS and the 2SLS regression can be found in Table 6. While the model is not capable to explain variations in volatility too well – given the low  $R^2$  value – the coefficients for the algorithmic trading activity measure  $AT_t$  are significant at very high levels of significance. Moreover, the coefficients of both the OLS and the 2SLS regression point into the same direction. The negative coefficients imply that the participation of algorithmic traders is not associated with higher levels of volatility, but – if at all – with lower levels of volatility.

**Table 6: Regression results of algorithmic trading impact**

	OLS estimation	2SLS estimation
Coeff. on $AT_{any}$	- 0.005 ***	- 0.007 ***
$R^2$	0.176	0.174
Coeff. on $AT_{aggressive}$	- 0.004 ***	- 0.006 ***
$R^2$	0.177	0.174

\*\*\* indicates significance at the 1%-level.

To conclude, the results of the regressions provide further evidence that algorithmic traders should not be made responsible for high(er) levels of volatility.

### 6. VOLATILITY & THE ROLE OF LIQUIDITY SUPPLY

#### 6.1 Motivation

So far, we have primarily concentrated on the aggressive / liquidity-taking behavior of algorithmic traders. [13], however,

note that “AT could also exacerbate volatility by not supplying liquidity”. In other words, volatility may not only be increased by submitting aggressive market (or limit) orders, but additionally by not supplying liquidity during periods of high volatility. Moreover, [9] argues that the liquidity contribution of algorithmic traders is more transient anyway. For example, think of the following – rather extreme – limit order book situation:

**Table 7: Exemplary order book**

Bid		Ask	
Size	Limit (€)	Limit (€)	Size
1,000	50.00	50.10 *	500 *
5,000	49.50	50.50 *	1,000 *
5,000	49.10	55.00	1,000
1,000	47.70	80.30	1,000

While the absolute spread, i.e. the difference between best bid (€ 50.00) and best ask (€ 50.10) is comparatively small, the committed liquidity on the ask side is already comparatively low. The mid-point, i.e. the middle between best bid and best ask, is at € 50.05. If those orders that are marked with a star (\*) are now deleted, without being executed, the new mid-point would already be € 52.25. If additionally a market buy order is submitted, it will also be matched at € 55.00 (price).

If we observed algorithmic traders to actually withdraw much liquidity from the order book during periods of high volatility, we could assume that there exists a connection between their actions and the observed volatility levels.

## 6.2 Methodology

Aiming to analyze whether algorithmic traders are responsible for higher levels of volatility because of lower liquidity contributions, we need to define appropriate liquidity proxies. In this case, we believe that liquidity contribution should not be scrutinized in isolation. Instead, it should also be taken into account how much liquidity has been taken from the order book. This allows us a better view on the trend in overall liquidity levels.

The first proposed liquidity-balance measure is based on committed liquidity, i.e. the liquidity provided by means of limit orders in the limit order book. Submitted orders increase the volume of committed liquidity and cancelled orders decrease the volume of committed liquidity. Therefore, the liquidity-balance during a certain interval is given by the net-submissions ( $NSub$ ).

$$NSub = Vol(Submission) - Vol(Cancellation)$$

In order to compare the net-submission values among trader groups, a net-submission ratio ( $R\_NSub$ ) is additionally calculated for each trader group and each interval.

$$R\_NSub = Vol(Submission) / Vol(Cancellation)$$

If  $R\_NSub$  is larger than one, then more volume has been provided than withdrawn during the relevant period. If algorithmic traders were responsible for high volatility levels, we would expect them to have a significantly lower  $R\_NSub^{AT}$  than humans during the relevant intervals (and an  $R\_NSub^{AT}$  below one). We consequently formulate the following null- and alternative hypotheses:

$$H_0 : \mu(R\_NSub_{high}^{AT}) \leq \mu(R\_NSub_{high}^H) \\ \text{vs.} \\ H_A : \mu(R\_NSub_{high}^{AT}) > \mu(R\_NSub_{high}^H)$$

In order to find evidence whether or not  $R\_NSub$  actually has a worsening influence on volatility, the following regression equation is estimated:

$$RV_{t,corr} = \alpha + \beta \cdot R\_NSub_t + \gamma \cdot DT_t + \sum_{k=1}^5 \delta \cdot RV_{t-k,corr} + \varepsilon_t$$

Compared to the regression conducted in section 6, the only difference can be found with  $R\_NSub_t$  that replaces  $AT_t$ . Within 2SLS, of course,  $R\_NSub_t$  is lagged. The second proposed liquidity-balance measure is based on the liquidity provided during executions. The net-provided trading volume figure is calculated as follows:

$$R\_Nlq^{AT} = (Vol(AT/H) + Vol(AT/AT)) / (Vol(H/AT) + Vol(AT/AT))$$

$$R\_Nlq^H = (Vol(H/AT) + Vol(H/H)) / (Vol(AT/H) + Vol(H/H))$$

Analogue to above net-submission ratio we formulate the following null- and alternative hypotheses for the net-provided trading volume ratio:

$$H_0 : \mu(R\_Nlq_{high}^{AT}) \leq \mu(R\_Nlq_{high}^H) \\ \text{vs.} \\ H_A : \mu(R\_Nlq_{high}^{AT}) > \mu(R\_Nlq_{high}^H)$$

Both  $R\_NSub$  and  $R\_Nlq$  are calculated for both trader groups algorithmic traders and humans.

## 6.3 Empirical Results

First descriptive statistics on associated volumes of liquidity-related events during high / low volatility intervals can be found in Table 8. Submitted volume, if associated with non-aggressive limit orders, adds liquidity to the order book. In contrast, cancelled volume withdraws committed liquidity from the order book. Therefore, the net-submission volume provides an indication of overall liquidity levels.

It can be observed that algorithmic traders, compared to human traders, seem to be more active during periods of low volatility. Moreover, high volatility intervals exhibit a negative net-submission volume while low volatility intervals exhibit a positive net-submission volume. In other words, during periods of high volatility more volume is actively withdrawn from the order book than added back to the order book (not even taking into account executed volume).

**Table 8: Descriptive statistics on mean volumes associated with events**

Events	Intervals: High		Intervals: Low	
	ALL	% AT	ALL	% AT
Submission	705,709	0.352	102,620	0.461
Cancellation	1,324,147	0.169	73,316	0.385
Net-Submission ( $NSub$ )	- 618,438		29,304	

This insight is in line with our argument that volatility may not only be caused because of aggressive market behavior, but also because of extremely passive / cautious liquidity-withdrawing behavior. The descriptive statistics, however, do not tell us whether the net-submission volume is negative because of high volatility levels or whether the volatility levels are high because of negative net-submissions. The regression results that were expected to shed more light on this are not unambiguous (Table 9). Given that the 2SLS estimation is more accurate, we may

conclude though that the net-submission ratio has no significant influence on volatility levels.

**Table 9: Regression results for net-submission ratio**

	OLS estimation	2SLS estimation
Coeff. on $(R\_NSub^{AT\&H} - 1)$	- 0.002 ***	0.001
$R^2$	0.179	0.171

\*\*\* indicates significance at the 1%-level.

Nevertheless, aiming to answer whether or not algorithmic trading increases volatility, we analyze the net-submission behavior of algorithmic traders and humans during periods of both high and low volatility (Table 10). Given the descriptive statistics and in particular  $R\_NSub$ , it can be observed that both groups of traders exhibit lower net-submission volumes during periods of high volatility compared to periods of low volatility. During periods of high volatility, however, algorithmic traders still provide more liquidity than these withdraw liquidity.

**Table 10: Descriptive statistics on net-submission volume**

	Intervals: High		Intervals: Low	
	Mean	Median	Mean	Median
$NSub^{AT}$	76,164	22,146	25,023	2,188
$NSub^H$	- 694,602	- 354,604	4,281	1,201
$R\_NSub^{AT}$	1.349	1.221	1.508	1.231
$R\_NSub^H$	0.687	0.436	1.322	1.075

The test results for above defined hypotheses on the mean (t-test) and median (Wilcoxon test) differences in net-submission ratios are depicted in Table 11. For high volatility intervals, both the mean and the median test reveal the same results: the null hypotheses can be rejected at high levels of significance. In other words, humans provided significantly less committed liquidity during high volatility periods. For low volatility intervals, the mean and the median test do not reveal the same results: the null hypothesis for the median, however, can be rejected at a high level of significance.

**Table 11: Test results for net-submission ratios**

Hypothesis	$\mu$	Significance
$H_0 : \mu(R\_NSub_{high}^{AT}) \leq \mu(R\_NSub_{high}^H)$	mean	0.001
$H_0 : \mu(R\_NSub_{low}^{AT}) \leq \mu(R\_NSub_{low}^H)$	mean	0.109
$H_0 : \mu(R\_NSub_{high}^{AT}) \leq \mu(R\_NSub_{high}^H)$	median	0.000
$H_0 : \mu(R\_NSub_{low}^{AT}) \leq \mu(R\_NSub_{low}^H)$	median	0.000

Independent of whether not providing committed liquidity leads to higher volatility levels – or at least facilitates larger swings in prices – we may already conclude that algorithmic traders are not to be made responsible for a potential liquidity dry-up effect. Our results indicate that algorithmic traders provide more liquidity to the market than they withdraw from the market during periods of high volatility. It shall, however, also be noted that our analysis does not take into account where – at which level – the liquidity has been added, i.e. has the liquidity contribution been useful to the market. Against this background, we additionally evaluate the net-provided liquidity in actual transactions (Table 12).

**Table 12: Descriptive statistics on net-provided traded volume**

	Intervals: High		Intervals: Low	
	Mean	Median	Mean	Median
$R\_Nlq^{AT}$	1.174	1.009	1.407	0.836
$R\_Nlq^H$	1.098	0.992	2.365	1.035

Descriptive statistics on the net-provided traded volume reveal that the difference in  $R\_Nlq_{high}$  ratios between algorithmic traders and humans is not as obvious as it was in the earlier net-submission volume ( $R\_NSub$ ) case. T-test and Wilcoxon test results for above defined hypotheses give an additional indication on the relationship of ratios (Table 13).

**Table 13: Test results for net-provided trading volume**

Hypothesis	$\mu$	Significance
$H_0 : \mu(R\_Nlq_{high}^{AT}) \leq \mu(R\_Nlq_{high}^H)$	mean	0.107
$H_0 : \mu(R\_Nlq_{low}^{AT}) \leq \mu(R\_Nlq_{low}^H)$	mean	0.006
$H_0 : \mu(R\_Nlq_{high}^{AT}) \leq \mu(R\_Nlq_{high}^H)$	median	0.725
$H_0 : \mu(R\_Nlq_{low}^{AT}) \leq \mu(R\_Nlq_{low}^H)$	median	0.000

The test results show that the difference in net-provided trading volume is not significantly different between algorithmic traders and humans in periods of high volatility. To sum up: While we have seen a significant different in  $R\_NSub_{high}$ , there is no significant different in  $R\_Nlq_{high}$ . In other words, algorithmic traders do seem to provide more committed liquidity ( $NSub$ ) during times of high volatility. The provided liquidity is, however, not used by the market in transactions, i.e. it does not translate into higher degrees of supplied liquidity in executions. Consequently, the negative net-submission ratios of humans during periods of high volatility might simply be the reaction to unintentional liquidity-supply during in executions. Furthermore, for periods of low volatility the relative strength of  $R\_NSub$  and  $R\_Nlq$  is even twisted. For example humans exhibit a smaller  $R\_NSub$  than algorithmic traders, but simultaneously show a larger  $R\_Nlq$ .

Nonetheless, overall we do not find evidence that algorithmic traders withdraw more liquidity from the market than humans do. Therefore, we may conclude that algorithmic traders do not increase volatility by not supplying liquidity; at least not more than humans do.

## 7. CANCELLATION BEHAVIOR OF ALGORITHMIC TRADERS

### 7.1 Motivation

Closely related to above evaluated provision of liquidity, we analyze the order adjustment behavior of algorithmic traders in this section. [11], for instance, suggest that algorithmic traders constantly observe the market and adapt their placed orders accordingly. Consequently, the lifetimes of orders submitted by algorithmic traders are significantly shorter than the lifetimes of orders submitted by humans [9].

If algorithmic traders were somehow responsible for higher volatility levels, then we should – at least – observe a significantly different order adjustment behavior of algorithmic traders during periods of high and low volatility respectively. As order adjustment usually takes place by cancelling an existing order and

submitting another order (Table 1), we analyze the order cancellation behavior.

## 7.2 Methodology

The evaluation of cancellation behavior is straight forward. For each high / low volatility 5-minute interval we examine the orders that were actively cancelled during the interval. For each of these orders we calculate the time to cancellation  $T_c$ , i.e. the time difference between submission and cancellation. As we are able to differentiate between orders that were submitted by humans and orders that were submitted by algorithmic traders, we calculate the time to cancellation  $T_c$  for both groups of traders separately.

If algorithmic traders were responsible for high volatility levels, we would expect them to exhibit a significantly different cancellation behavior during periods of high volatility compared to periods of low volatility. Moreover, we would even expect  $T_c^{AT}$  to be smaller during periods of high volatility because algorithmic traders need to adjust their orders more frequently. In periods of frequent trading activity, humans also need to adjust their orders more frequently, but these are not necessarily able to do so (technically / operationally). We consequently formulate the following null- and alternative hypotheses:

$$H_0 : \mu(T_c^{trader}_{high}) \geq \mu(T_c^{trader}_{low}) \quad \text{vs.} \quad H_A : \mu(T_c^{trader}_{high}) < \mu(T_c^{trader}_{low})$$

Hereby,  $T_c^{AT}$  ( $T_c^H$ ) depicts the time to cancellation for algorithmic traders (humans).  $T_{c_{high}}^{AT}$  ( $T_{c_{low}}^{AT}$ ) depicts time to cancellation for high (low) interval subsamples.

## 7.3 Empirical Results

Descriptive statistics for the lifetimes of cancelled orders can be found in Table 14. First, it can be observed that independent of the intervals, i.e. high or low volatility, the time to cancellation for algorithmic traders is shorter than the time to cancellation for humans. With regard to algorithmic traders only, it can be seen that the mean time to cancellation is very similar during both high and low periods of volatility. In other words, algorithmic traders do not seem to particularly adjust their cancellation behavior to existing volatility levels. Contrary, humans cancel their orders earlier during periods of high volatility.

**Table 14: Descriptive statistics for orders cancelled**

	Mean (in sec)	Standard deviation
$T_{c_{high}}^{AT}$	777	6,565
$T_{c_{low}}^{AT}$	752	5,971
$T_{c_{high}}^H$	4,448	13,102
$T_{c_{low}}^H$	7,294	44,322

T-test results for above defined hypotheses are presented in Table 15.

**Table 15: Test results for orders cancelled**

Hypothesis	Significance
$H_0 : \mu(T_{c_{high}}^{AT}) \geq \mu(T_{c_{low}}^{AT})$	0.469
$H_0 : \mu(T_{c_{high}}^H) \geq \mu(T_{c_{low}}^H)$	0.061

The test results affirm our descriptive analysis with regard to the fact that the cancellation behavior of algorithmic traders in high

and low periods of volatility is not significantly different from each other and that the cancellation behavior of humans in high and low periods of volatility is significantly different from each other.

To conclude, we have seen that algorithmic traders cancel their orders after shorter periods of time than humans do. Nonetheless, in terms of a potential influence on volatility we cannot find a significantly different cancellation behavior of algorithms during periods of high volatility. Consequently, their cancellation behavior is most likely not responsible for the increased volatility levels.

## 8. CONCLUSION & DISCUSSION

Having conducted a literature review, we identified the impact of algorithmic trading on volatility (in the equity market) as an area of research that still lacks sufficient insights. Against this background, we empirically evaluated a unique high-frequency Xetra dataset that allowed us to precisely differentiate between algorithmic trading activity and human activity. Hereby, we picked up different arguments on how algorithmic traders could potentially increase volatility.

Overall, our results provide sufficient evidence that algorithmic traders do not increase volatility more than humans do. In particular, we found that algorithmic traders in aggregate follow trading strategies that are as diverse as human strategies. Moreover, algorithmic trading participation does not significantly increase volatility levels; actually the opposite seems to be true. With regard to liquidity supply, algorithmic traders do not withdraw liquidity during periods of high volatility. Finally, algorithmic traders do not seem to adjust their order cancellation behavior to the respective volatility levels.

It shall, however, be noted that our research results are limited with regard to the period of investigation. In the course of time, algorithmic traders may for instance have adapted similar trading strategies. Given that applied methodologies and models have become increasingly sophisticated, we do not believe that algorithmic trading strategies will turn less diverse though.

Moreover, our results may not hold true in periods of extreme market movements. Even though we already investigated the top 95%-percentile volatility intervals (Figure 2), more extreme market situations such as the “flash crash” observed on May 6<sup>th</sup> 2010 are not represented by our data subset. On May 6<sup>th</sup> the Dow Jones Industrial Average fell nearly 1,000 points and single stocks such as Accenture fell to one-cent, i.e. almost lost all its’ value, in a 10-second period. While the market already recovered the same day, the Securities and Exchange Commission (SEC) is still looking for explanations and potential solutions. Against the background of our results, we would like to contribute to the discussion of possible causes and recall that algorithmic traders – as often blamed – do not seem to systematically withdraw liquidity from the market during periods of high volatility. In cases of extremely high volatility, however, these may naturally bail out of the market to reduce their own risk. This behavior should also be observed with human traders. The only difference is that algorithmic traders are able to make these decisions within milliseconds. Consequently, markets should also be “designed” [20] to handle actors that react within milliseconds to market movements. In other words, as algorithmic traders do not increase volatility during “normal” trading weeks, whatsoever constraint on high-frequency trading cannot be the solution to the observed

problem. Instead market safeguards should be adapted to European standards, i.e. volatility interruptions on a single stock basis (Xetra) instead of a market circuit-breaker. Appropriately employed market interruptions will enable for example market makers to adequately adjust their quotes, so that their stub quotes are not hit [18].

Future research should therefore also concentrate on the role of algorithmic (or high-frequency) trading in periods of extremely high volatility.

## 9. APPENDIX I: BENCHMARK MODEL

As stated above, the benchmark model is taken from [2]. In the model there are  $H_{\text{passive}}$  potential human liquidity providers,  $H_{\text{aggressive}}$  potential human liquidity takers,  $AT_{\text{passive}}$  potential algorithmic trader liquidity providers, and  $AT_{\text{aggressive}}$  potential algorithmic trader liquidity takers. For a given period, the probability of an algorithmic trader providing liquidity is equal to (passive/aggressive):

$$Prob(AT/ALL) = AT_{\text{passive}} / (H_{\text{passive}} + AT_{\text{passive}}) = \alpha_{\text{passive}}$$

Analogue, the probability of an algorithmic trader taking liquidity is equal to:

$$Prob(ALL/AT) = AT_{\text{aggressive}} / (H_{\text{aggressive}} + AT_{\text{aggressive}}) = \alpha_{\text{aggressive}}$$

Assuming that these events are independent, the following probabilities result for the four possible passive/aggressive combinations:

$$Prob(H/H) = (1 - \alpha_{\text{passive}}) (1 - \alpha_{\text{aggressive}})$$

$$Prob(H/AT) = (1 - \alpha_{\text{passive}}) \alpha_{\text{aggressive}}$$

$$Prob(AT/H) = \alpha_{\text{passive}} (1 - \alpha_{\text{aggressive}})$$

$$Prob(AT/AT) = \alpha_{\text{passive}} \alpha_{\text{aggressive}}$$

## Acknowledgement

We gratefully acknowledge the support of the E-Finance Lab. We are also much obliged to Deutsche Börsen AG for the support of our research, i.e. having provided us with such a unique dataset.

## 10. REFERENCES

- [1] Andersen, T., Bollerslev, T., Diebold, F., and Labys, P. 2003. *Modeling and Forecasting Realized Volatility*. *Econometrica*, 71, 2.
- [2] Chaboud, A., Chiquoine, B., Hjalmarsson, E., and Vega, C. 2009. *Rise of the Machines: Algorithmic Trading in the Foreign Exchange Market*. International Finance Discussion Papers – Board of Governors of the Federal Reserve System. No. 980 (Oct. 2009).
- [3] Chakravarty, S., Kalev, P., and Pham, L.T. 2005. *Stealth Trading in Volatile Markets*. Working Paper, Monash University, Australia.
- [4] Dacorogna, M. M., Gençay, R., Müller, U. A., Olsen, R. B., and Pictet, O. V. 2001. *An Introduction to High-Frequency Finance*. Academic Press, San Diego, CA.
- [5] Deutsche Börse AG 2007. *ATP Agreement for Participation in the "Automated Trading Program" (ATP) via the Electronic Trading System Xetra*. DOI=<http://deutsche-boerse.com>.
- [6] Deutsche Börse AG 2007. *Factbook 2007*. DOI=<http://deutsche-boerse.com>.
- [7] Domowitz, I., and Yegerman, H. 2005. *The Cost of Algorithmic Trading - A First Look at Comparative Performance*. Bruce, B. (eds.) *Algorithmic Trading: Precision, Control, Execution*. Institutional Investors Inc. 30-40.
- [8] Gomber, P., Budimir, M., Kosciankowski, K., Urtheil, R., Lohmann, M., Nopper, N., and Henning, P. 1999. *Agentenbasierter Rentenhandel*. *Wirtschaftsinformatik*, 41, 2.
- [9] Groth, S. S. 2009. *Algorithmic Trading Engines & Liquidity Contribution – The Blurring of "Traditional" Definitions*. Software Services for e-Business and e-Society, 9<sup>th</sup> IFIP WG 6.1 Conference, I3E 2009; Springer, Boston, 210-224.
- [10] Gsell, M. 2008. *Assessing the Impact of Algorithmic Trading on Markets: A Simulation Approach*. Proceedings of the 16<sup>th</sup> European Conference on Information Systems (ECIS), 587-598.
- [11] Gsell, M., and Gomber, P. 2009. *Algorithmic Trading Engines versus Human Traders – Do They Behave Different in Securities Markets?* Proceedings of the 17<sup>th</sup> European Conference on Information Systems (ECIS), Verona, Italy.
- [12] Hendershott, T., Jones, C., and Menkveld, A. (forthcoming). *Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?* *The Journal of Finance*.
- [13] Hendershott, T., Riordan, R. (2009). *Algorithmic Trading and Information*. NET Institute Working Paper #09-08.
- [14] Kissel, R., and Malamut, R. 2006. *Algorithmic Decision-Making Framework*. *Journal of Trading*, 1, 12-21.
- [15] Picot, A., Bortenlaenger, C., and Roehrl, H. 1995. *The Automation of Capital Markets*. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1, 3.
- [16] Riordan, R., and Storkenmaier, A. 2008. *Exchange System Innovation and Algorithmic Liquidity Supply*. Australasian Finance and Banking Conference.
- [17] Sarkar, A., and Schwartz, R. A. 2009. *Market Sidedness: Insights into Motives for Trade Initiation*. *The Journal of Finance*, 64, 1, 375-423.
- [18] Schapiro, M. L. 2010. *Testimony Concerning the Severe Market Disruption on May 6, 2010*. U.S. Securities and Exchange Commission. DOI=<http://www.sec.gov/>.
- [19] Weinhardt, C., and Gomber, P. 1999. *Elektronisierung des Außerbörslichen Wertpapierhandels*. *Wirtschaftsinformatik*, 41, 6.
- [20] Weinhardt, C., Holtmann, C., and Neumann, D. 2003. *Market Engineering*. *Wirtschaftsinformatik*, 45, 6.
- [21] Wood, R.A., McNish, T. H., and Ord, J. K. 1985. *An Investigation of Transactions Data for NYSE Stocks*. *The Journal of Finance*, 40, 3.
- [22] Yang, J., and Jiu, B. 2006. *Algorithm Selection: A Quantitative Approach*. *Algorithmic Trading II*. Institutional Investor, New York, 26-34.



# Web 2.0 im Gesundheitswesen – Ein Literature Review zur Aufarbeitung aktueller Forschungsergebnisse zu Health 2.0 Anwendungen

Marco Hartmann<sup>1</sup>, Roland Görlitz<sup>2</sup>, Andreas Prinz<sup>1</sup>, Eike Hirde<sup>1</sup>, Asarnusch Rashid<sup>2</sup>,  
Christof Weinhardt<sup>2</sup>, Jan Marco Leimeister<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Universität Kassel  
Nora-Platiel Straße 4, 34127 Kassel  
+49 (561) 804 - 3710

{hartmann, prinz, hirdes, leimeister}@  
uni-kassel.de

<sup>2</sup> Karlsruhe Institute of Technology (KIT)  
Englerstraße 14, 76131 Karlsruhe  
+49 (721) 608 - 8370

{goerlitz, rashid, weinhardt}@kit.edu

## ABSTRACT

In den letzten Jahren stieg die Internetnutzung stark an und Web 2.0 Anwendungen hielten Einzug in das Gesundheitswesen. Health 2.0 beschreibt die Übertragung von Anwendungen und Prinzipien des Web 2.0 auf das Gesundheitswesen. Das interaktive Erstellen, Verteilen und kollaborative Bearbeiten von Gesundheitsinformationen stehen im Vordergrund. Trotz zahlreicher Publikationen zu Health 2.0 fehlt eine systematische Aufarbeitung des Forschungsstandes. Dieser Beitrag beantwortet folgende Forschungsfragen: (1) „Was sind wesentliche Forschungsthemen im Kontext von Health 2.0 Anwendungen?“, (2) „Welche aktuellen Forschungsergebnisse finden sich in der Literatur zu den identifizierten Forschungsthemen?“. Dazu wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Durch Clusterbildung der identifizierten Forschungsfragen wurden bearbeitete Forschungsthemen abgeleitet und aktuelle Forschungsergebnisse analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Literatur zu Health 2.0 auf das Nutzungsverhalten, die Akzeptanz- und Vertrauensforschung, die eingesetzten Technologien sowie die Entwicklung, Evaluierung und Potenzialabschätzung von entsprechenden Anwendungen konzentriert. Weiterer Forschungsbedarf besteht dabei u.a. in einer Geschäftsmodellanalyse und der Entwicklung von solchen Anwendungen.

## Keywords

Health 2.0, Healthcare, Health Care, eHealth, Virtual Community, Review, Social Network

## 1. EINFÜHRUNG

Web 2.0, ursprünglich ein Marketingschlagwort, welches die Veränderungen im Internet und das Verhalten der Internetnutzer beschreibt, hat den privaten Bereich der Internetnutzer erschlossen – sei es durch die Nutzung von sozialen Netzwerken wie Facebook oder die Veröffentlichung von Kurznachrichten über Nachrichtendienste wie Twitter. Dieser Entwicklungstrend überträgt sich auf den betrieblichen Bereich, was dazu führt, dass Unternehmen Social Software einsetzen, um z.B. ihre Angestellten zu vernetzen oder ihren Kundenkontakt interaktiver zu gestalten.

Im Gesundheitswesen ist dieser Trend ebenfalls sichtbar und wird mit dem Begriff Health 2.0 beschrieben. Patienten, deren Angehörige und Menschen, die sich lediglich zum Thema Gesundheit informieren möchten, nutzen nicht nur mehr klassische Online-Services, wie z.B. Apotheken-Umschau.de, sondern sie setzen auch Social Software ein, um sich über Krankheiten, deren Verlauf, Symptome, Therapien, Ärzte etc. zu informieren, sich mit anderen Nutzern auszutauschen oder eigenes Wissen bzw. Erfahrungen rund um das Thema Gesundheit mit anderen zu teilen [32]. Krankenhausbetreiber, Ärzte und andere Gesundheitsdienstleister sind sich dieser Entwicklung zunehmend bewusst und verstärken ihre Präsenz im Internet, um unter anderem Zugang zum Kunden, respektive Patienten, zu erlangen oder um sich mit anderen Kollegen bzw. Partnern zu vernetzen. Hierin sind auch einige Gründe dafür zu finden, warum sich der Bereich des Gesundheitswesens zum informationsintensivsten Wirtschaftssektor entwickelt hat [21].

Die Literatur nähert sich dem Themenkomplex Health 2.0 aus einer Vielzahl von Perspektiven und setzt unterschiedliche Schwerpunkte bei der Begriffsdefinition. Im Hinblick auf Health 2.0 Anwendungen sind es vor allem Aspekte bezüglich der zugrundeliegenden Technologie, der Entwicklung und Evaluierung von entsprechenden Anwendungen, deren Potenzialabschätzung, dem Nutzungsverhalten und der Akzeptanz- und Vertrauensforschung [37, 39, 47]. Allerdings

fehlt bisher eine systematische Aufarbeitung dieser Thematik, die dieser Literature Review leisten soll. Daher beantwortet dieser Artikel die folgenden Forschungsfragen: (1) „Was sind wesentliche Forschungsthemen im Kontext von Health 2.0 Anwendungen?“, (2) „Welche aktuellen Forschungsergebnisse finden sich in der Literatur zu den identifizierten Forschungsthemen?“, um daraus weiteren Forschungsbedarf abzuleiten.

## 2. HEALTH 2.0

Das „Web 2.0“ beschränkt sich nicht nur auf die Anwendung in privaten Bereichen, sondern erschließt sich auch andere Bereiche. Die kursierenden begrifflichen Ableitungen wie Enterprise 2.0, Science 2.0, Health 2.0, Patient 2.0 oder Medicine 2.0 sind ein Indiz dafür. In der Literatur werden oftmals die Begriffe Health 2.0 und Medicine 2.0 genannt, wenn Web 2.0 Angebote, die in Verbindung mit dem Gesundheitswesen stehen, beschrieben werden [53]. Beide Begriffe werden häufig synonym verwendet und sind nicht klar definiert. Sie gehören in den Kontext des Begriffs eHealth, welcher schon im Jahr 2000 im Zusammenhang mit den ersten Telemedizinanwendungen geprägt wurde [22, 38]. Jedoch wird selbst eHealth noch sehr mehrdeutig verwendet. Die verschiedenen Definitionen stimmen aber darin überein, dass Verfahren im Gesundheitswesen als eHealth bezeichnet werden, die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie nutzen. Im Gegensatz dazu werden bei Health 2.0 und Medicine 2.0 allerdings Elemente des Web 2.0 verwendet, um Benutzern das kollaborative Erstellen und Nutzen von Texten, Videos und anderen Inhalten im Gesundheitsbereich zu ermöglichen.

Van de Belt et al. [53] haben in einem Literature Review die beiden Begriffe Health 2.0 und Medicine 2.0 analysiert und haben dabei 46 verschiedene Definitionen mit sieben wiederkehrenden Schlüsselthemen gefunden [53]: (1) Patienten und Konsumenten, (2) Web 2.0 Technologien, (3) Professionals, (4) Social Networking, (5) Veränderung des Gesundheitswesens, (6) Kollaboration und (7) Gesundheitsinformationen bzw. Inhalt. Eine allgemeingültige Definition wurde von den Autoren jedoch nicht gebildet.

Bei der Untersuchung der Begriffe Health 2.0 und Medicine 2.0 wird deutlich, dass die Definitionen sich vor allem durch die Interessengruppenzugehörigkeit der Autoren unterscheiden. Zum Beispiel beschreibt Bottles Health 2.0 als „Patienten, die mithilfe von Werkzeugen im Internet das Kommando über ihre Gesundheitsversorgung übernehmen und wegweisende Gesundheitsdienstleister, die sich mithilfe derselben Werkzeuge mit den Patienten verbinden“ [8], wohingegen Health 2.0 von Carlisle als „Web 2.0 auf Gesundheit und das Gesundheitswesen angewendet“ [10] und von Thompson als „elektronisch unterstütztes Gesundheitswesen durch einen Einsatz von mehr nutzerzentrierten Technologien“ betrachtet wird [51]. Bei den verschiedenen Definitionen fällt vor allem auf, dass insbesondere Health 2.0 durch interaktives Verteilen, kollaboratives Bearbeiten von Gesundheitsinformationen und eine eher Business-orientierte Perspektive charakterisiert ist, wobei

Medicine 2.0 eher die Arzt-Patienten-Beziehung in den Vordergrund stellt [23].

Der Begriff Health 2.0 wird in diesem Artikel entsprechend der Definition von Carlisle [10] verwendet. Auf diesem Verständnis basierend und in Anlehnung an O'Reillys Schlüsselprinzipien des Web 2.0 [43] definiert sich eine Health 2.0 Anwendung anhand folgender Merkmale:

- Eine gesundheitsbezogene, webbasierte Software, die nicht auf einem lokalen Rechner ausgeführt wird.
- Die Vernetzung von Patienten, Ärzten und andere Beteiligten des Gesundheitssystems wird durch kollaborative Erstellung und gemeinsame Nutzung der Inhalte gefördert.
- Vergleichsweise einfache Geschäftsmodelle, bei dem die von den Nutzern erstellten Inhalte die zentrale Basis bilden, werden verwendet.
- Die Software wird als Dienstleistung angeboten und wird ähnlich dem Open Source Entwicklungsmodell kontinuierlich erweitert – im Idealfall durch innovative Komponenten, die von verschiedenen Entwicklern erstellt wurden.
- Einfache Web Service Komponenten werden verwendet, die bei Bedarf neu zusammen- oder umgebaut werden können.
- Die Nutzung ist geräteunabhängig und Webdienste können auf variablen Endgeräten abgerufen werden.
- Es werden leistungsstarke und benutzerfreundliche Oberflächen verwendet.

## 3. STATE OF THE ART REVIEW ZU HEALTH 2.0 ANWENDUNGEN

### 3.1 Analyisierte Literatur

Basierend auf [58] wurde ein systematischer Literature Review durchgeführt, der nach [16] in der Informationssystem-Forschung eine gebräuchliche Forschungsmethode ist. Hierzu wurde eine erste Anfrage unter Benutzung des Suchstrings ((Web 2.0 OR Health 2.0 OR Medicine 2.0 OR Patient 2.0 OR Virtual Community OR Social Network OR Virtual Network OR Portal) AND Health)) bei den etablierten Online Datenbanken EbscoHost, ACM Portal, AIS Digital Library, Pubmed, Web of knowledge, IEEE Xplore, Medline und Scopus gestellt. Da der Begriff Web 2.0 von O'Reilly 2004 veröffentlicht wurde, beschränkt sich der Betrachtungszeitraum der Literatur auf die Jahre 2004 bis 2010. Die erste Suchanfrage bei den aufgezählten Datenbanken lieferte insgesamt 169 Treffer. Nachdem die Treffer auf Duplikate und auf Themenrelevanz durch eine Überprüfung der Abstracts kontrolliert wurden, reduzierte sich die Trefferanzahl auf 63 Artikel. Die Anzahl reduzierte sich um weitere 5 Artikel, da trotz Anschreiben der jeweiligen Autoren, kein Zugang zum Volltext möglich war. Kriterien für die Berücksichtigung von Artikeln anhand des Abstracts waren einerseits der Bezug zum Gesundheitswesen und andererseits das Vorhandensein von mindestens einem der nachfolgenden Inhalte:

- Strategien, Analysen oder Statistiken zur Positionierung von Health 2.0 Anwendungen,
- Health 2.0 Anwendungen für Patienten, Ärzte etc.,
- User Generated Content (UGC) im Healthcare,
- Geschäftsmodelle, Ideen oder Konzepte für Health 2.0 Anwendungen,

Die Recherche und Analyse der Artikel wurde von den fünf Autoren unabhängig voneinander durchgeführt. Des Weiteren wurde ein Intercoder Reliability Test mittels Cohens Capa durchgeführt, welcher eine „beachtliche (substantial) Übereinstimmung“ von  $k=0,71$  lieferte [11].

### 3.2 Forschungsthemen im Health 2.0

Aufgrund des relativ neuen Themas Health 2.0 [53] existiert noch kein allgemein anerkannter Ordnungsrahmen für die einzelnen Forschungsthemen, die sich mit Health 2.0 beschäftigen. Daher kam ein exploratives, induktives Vorgehen zum Einsatz, d.h. die Forschungsfragen in den ausgewählten Artikeln wurden identifiziert und entsprechend des dahinterliegenden Forschungsthemas geclustert, um die relevanten Artikel systematisch auswerten zu können. Hierzu wurden die Forschungsfragen durch die fünf Autoren zunächst unabhängig voneinander thematisch geclustert. In einem zweiten Schritt wurden sämtliche gebildeten Cluster, ebenfalls unabhängig voneinander, zusammengefasst, um subjektive Einflüsse weitestgehend auszuschließen. Im Anschluss daran erfolgten durch die Autoren ein Vergleich der zusammengefassten Cluster und eine entsprechende Bereinigung. Das bedeutet, dass doppelt auftretende Cluster zu einem Cluster zusammengefasst und aufgetretene Abweichungen in der Clusterbezeichnung bereinigt wurden, wodurch sich die folgende Liste an Forschungsthemen ergab:

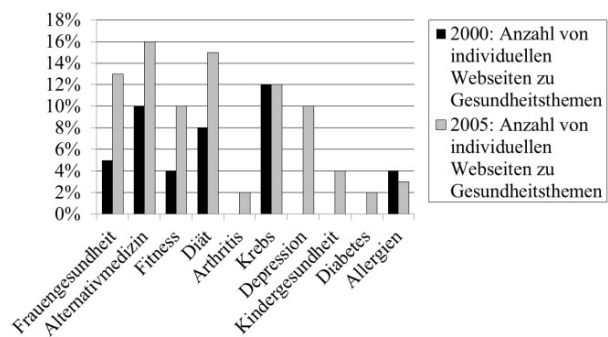
**Tabelle 1: Anzahl der Artikel zu den identifizierten Forschungsthemen**

Forschungsthema	Anzahl
Nutzungsverhalten im Health 2.0	12
Akzeptanz- und Vertrauensforschung im Health 2.0	10
Technologien im Health 2.0	12
Entwicklung von Health 2.0 Anwendungen	8
Evaluierung von Health 2.0 Anwendungen	16
Potenzialabschätzung von Health 2.0 Anwendungen	5

#### *Nutzungsverhalten im Health 2.0*

Das Verhalten im Internet bezüglich des Zugriffs auf und der Verwendung von Gesundheitsinformationen hat sich innerhalb der letzten fünf Jahre tiefgreifend gewandelt. So nutzen bereits über 80% der US-Bürger das Internet, um Informationen über

Gesundheitsthemen zu finden [54]. Sillence et. al. [48] sehen die Gründe für diese Veränderung darin, dass die Menschen besser über Krankheiten, Therapien, Medikamente etc. informiert sein möchten, für Arztbesuche besser vorbereitet sein wollen, Unterstützung bei anderen Menschen mit ähnlichen gesundheitlichen Problemen suchen oder weitere Ratschläge einholen möchten. Dies bestätigt auch eine Studie von Vermaas [54]. Eine weitere Erkenntnis, die Sillence et. al. [48] liefern, ist die, dass die Nutzer von Gesundheitswebseiten zu 66% die Informationen für sich selbst suchen und lediglich 15% von ihnen die benötigten Informationen für eine andere Person suchen. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zur Studie der PEW Foundation [28], die besagt, dass 50% aller Nutzer gesundheitsrelevante Informationen für andere Personen suchen. Eine Erklärung für diese Abweichung liefern Sillence et. al. [48] allerdings nicht. Eine mögliche Ursache für diese Diskrepanz kann darin liegen, dass die Studien zeitlich betrachtet vier Jahre auseinanderliegen und sich das Nutzungsverhalten weiter verändert hat, so dass Menschen zunehmend pro-aktiv Gesundheitsinformationen suchen, um Krankheiten zu vermeiden. Der Trend zu einer bewussteren Lebensweise, kann hierfür ein Erklärungsansatz sein. Darüber hinaus ist über das Nutzungsverhalten bekannt, dass gesundheitsbezogene Angebote im Internet zu 61% über Suchmaschinen gefunden werden und nicht durch Empfehlung (12%) [48].



**Abbildung 1: Suche nach Gesundheitsthemen [48]**

Gesucht werden dabei vor allem Informationen über alternative Medizin (ca. 16%) und Diäten (ca. 15%), wie in Abbildung 1 dargestellt ist. Hingegen kommt eine Studie von Vermaas et. al. [54] zu dem Ergebnis, dass die Themen chronische Krankheiten, Gewicht und Diät sowie Fitness und Medikamente für die Mehrzahl der Nutzer von hoher Relevanz sind. Eine Erklärung dieser Unterschiede lässt sich aus den Studien von Sillence [48] und Vermaas [54] nicht ableiten. Des Weiteren liefern beide Forschungsarbeiten keine hinreichende Begründung dafür, weshalb diese Ergebnisse zustande gekommen sind.

Die Häufigkeit, nach der Informationen zu Gesundheitsthemen gesucht werden, korreliert stark mit den beiden Faktoren Geschlecht und Interneterfahrung. So nutzen Frauen das Internet weit häufiger als Männer, um Gesundheitsinformationen zu suchen. Andererseits suchen Menschen mit geringer Interneterfahrung weniger nach Gesundheitsinformationen im Internet. Eine weitere Besonderheit, die die Studie von Vermaas [54] liefert, ist die, dass Frauen überdurchschnittlich auf den ersten beiden gefundenen Gesundheitswebseiten verbleiben, um

Informationen zu sammeln und dadurch besser vorbereitet in eine Arztbesprechung gehen. Hingegen legen Männer mehr Wert darauf, dass die gefundenen Informationen verlässlich sind und lassen den eventuell notwendigen Arztbesuch meist ausfallen.

Die Tatsache, ob ein Internetzugriff zu Hause vorhanden ist oder nicht, hat dagegen keinen Einfluss auf die Häufigkeit mit der nach Gesundheitsinformationen gesucht wird – genauso wenig wie andere demographische Faktoren. Auch hier bleibt die Studie von Vermaas [54] eine Begründung für diesen Zusammenhang schuldig.

### 3.2.1 Akzeptanz- und Vertrauensforschung im Health 2.0

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung und dem Bereitstellen von Gesundheitsinformationen im Internet steigt das Bedürfnis seitens der Betreiber von Health 2.0 Angeboten nach einem sicheren Management dieser kritischen persönlichen Informationen. Andererseits ist es für den Erfolg von entsprechenden Angeboten notwendig, dass Patienten den veröffentlichten Informationen vertrauen können, da falsche oder unvollständige Gesundheitsinformationen ein Risiko für Patienten darstellen können, im Extremfall mit lebensbedrohlichen Folgen [35]. Unterstützt wird diese Annahme durch die Tatsache, dass 70% aller Studien, die Gesundheitswebseiten evaluiert haben, zu dem Ergebnis kommen, dass die Qualität der Informationen im Internet ein kritischer Faktor ist [48], [57]. Dies ist für Angebote wie zum Beispiel PatientsLikeMe oder DailyStrength relevant, da Patienten ihre persönlichen Informationen auf Plattformen anderen Patienten zur Verfügung stellen – ebenso wie Informationen z.B. über Krankheitsverläufe, Therapien oder Medikamente. Dies eröffnet zwar einerseits Ärzten und Forschern die Möglichkeit, Zugriff auf einen umfassenden Datenbestand zu haben, um bspw. den Erfolg oder die Akzeptanz von Therapien zu analysieren. Andererseits führt es dazu, dass Patienten sich ein umfassenderes Verständnis von Krankheiten, Wirkung von Medikamenten etc. machen können, samt den erwähnten Risiken bei falschen Informationen [39].

Den klassischen Internetangeboten zu Gesundheitsthemen wird seitens der Patienten meist ein hohes Vertrauen entgegengebracht, da die Inhalte zum Teil von Experten erstellt werden. Dieser Aspekt ist für Health 2.0 Angebote umso wichtiger, als dass hier Informationen von Patienten veröffentlicht werden, die zwar über Expertenwissen verfügen können, aber per se keine Experten im Sinne einer medizinischen Ausbildung o.ä. sind. Moturo et. al. [39] identifizieren verschiedene Aspekte, um Health 2.0 Anwendungen zu entwickeln, denen Patienten vertrauen. Hierzu zählen (1) die Vertrauenswürdigkeit von Autoren, die Beiträge veröffentlichen, (2) die in den Beiträgen angegebenen Referenzen sowie (3) die Objektivität, (4) die Vollständigkeit und (5) der Pluralismus von publizierten Informationen. Weitere Aspekte sind u.a. (6) das Alter eines Beitrages und (7) die Bewertung durch andere Patienten oder Experten.

Obwohl Moturo et. al. [39] bereits Komponenten zur Evaluierung von Vertrauen in Health 2.0 Anwendungen identifiziert haben, sind diese für die operative Anwendung zu abstrakt, als dass sie zur Messung von Vertrauen in Health 2.0

Anwendungen oder deren Entwicklung dienen können. Weiterhin betrachten sie auch nicht das Vertrauen der Nutzer in den Anbieter einer Health 2.0 Anwendung. Luo et. al. [35] stellen dagegen „Trust-Building Factors“, bestehend aus (1) Kompetenz, (2) Wohlwollen und (3) Integrität des Betreibers, sowie die „Trust-Building Processes“, zu denen kalkulatorische, vorhersagende, beabsichtigende, befähigende und transferierende Prozesse zählen, in den Vordergrund. Darüber hinaus weisen sie auf weitere potenzielle Maßnahmen seitens der Betreiber von Health 2.0 Anwendungen hin, die dazu geeignet sind, das Vertrauen ihrer Nutzer zu gewinnen. Freiwillige Selbstverpflichtungen, Offenlegungspflicht bezüglich dahinterstehenden Eigentümern von Health 2.0 Anwendungen und der Herkunft von Informationen, wie auch Zertifikate (z.B. HONcode) und Branding sind hierfür mögliche Optionen. Zwar weisen [35] darauf hin, dass jede dieser Optionen verschieden auf die Vertrauensbildung wirkt. Eine konkrete Aussage, wann sich welche Maßnahme für den Betreiber eines Health 2.0 Dienstes empfiehlt, fehlt allerdings. Möglichkeiten zur Messung der Effizienz und Effektivität der einzelnen Maßnahmen werden ebenfalls nicht bedacht. Dass dies jedoch relevant ist, zeigt eine kanadische Studie über das Nutzungsverhalten von eHealth Services, bei der festgestellt wurde, dass über zwei Drittel der 1480 befragten Nutzer sich nicht daran erinnern konnten, ob der genutzte eHealth Service den vertraulichen Umgang mit persönlichen Daten garantiert bzw. überhaupt anbietet [48].

### 3.2.2 Technologien im Health 2.0

Web 2.0 Technologien finden einen breiten Einsatz im Health 2.0. Dabei ermöglichen und unterstützen sie die Zusammenarbeit (Kollaboration) der verschiedenen Stakeholder im Gesundheitsbereich sowie das Verwalten und das Bewerten von Informationen.

Aus dem Web 2.0 können dabei verschiedene „Mitmach“-Technologien genutzt werden, damit Patienten und Health-Anbieter (u.a. Ärzte und Krankenkassen) Daten und Informationen veröffentlichen, austauschen, organisieren, verbinden und bewerten können. Unter anderen fallen darunter Social Networks [3, 12, 49], Wikis [5], Blogs [29], Review- und Bewertungsfunktionen [19], aber auch virtuelle Welten [6]. Eine Auflistung über verschiedene Web 2.0 Technologien für den Health-Bereich gibt Kamel Bolous [26].

**Tabelle 2: Übersicht eingesetzter Web 2.0 Technologien in Health 2.0 i. A. a. [26]**

Technologien	Beispiele im Health 2.0
Wikis	<a href="http://www.wikisurgery.com">http://www.wikisurgery.com</a>
Blogs	<a href="http://www.biographyofbreastcancer.com/">http://www.biographyofbreastcancer.com/</a>
Social Bookmarking, und Tagging	<a href="http://www.connotea.org/">http://www.connotea.org/</a>
Web 2.0 Suchfunktion und soziale Suche	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/</a>
RSS Feeds, Informationsaggregation und Mashups	<a href="http://healthmap.org/">http://healthmap.org/</a>

Soziale Netzwerke	<a href="http://www.patientslikeme.com">www.patientslikeme.com</a>
Bewertungs- und Reputationsysteme	<a href="http://www.patientopinion.org.uk/">http://www.patientopinion.org.uk/</a>
Online social gaming	<a href="http://www.unicef.org/voy/explore/aids/explore_1360.html">http://www.unicef.org/voy/explore/aids/explore_1360.html</a>
Virtuelle Welten	Second Life - Ann Myers Medical Center

Dabei ist im Allgemeinen festzustellen, dass zwar die Funktion und der Nutzen der Technologien in der Literatur hervorgehoben werden, sich aber nur wenige Autoren mit der Definition von Erfolgsfaktoren der jeweiligen Technologie beschäftigen. Einen ersten Ansatz im Bereich der Online Health Information Systems bieten Walther et. al. [55] mit soziotechnischen Attributen für eine effektive Interaktion und Kollaboration.

Die Bestimmung der Anwendungsgebiete und der Ziel- bzw. Nutzergruppe für die Technologien von Health 2.0 ist ebenfalls unzureichend erforscht. Beispielsweise werfen Murray et al. [40] Fragen über die unterschiedliche Verwendung des Web 2.0 von Ärzten und Patienten auf.

Die Technologien im Health 2.0 umfassen ferner auch die Möglichkeit des Zugriffs der Stakeholder auf Inhalte und Funktionen von Health 2.0 Anwendungen. Dabei wird einerseits auf den klassischen Zugang zum Medium Internet über den Standrechner eingegangen. In diesem Kontext untersuchten Tang and Lee [50] wie diese neue Arzt-Patienten-Beziehung die Gesundheit und auch die Gesundheitspflege verbessern kann. Andererseits werden aber auch verstärkt die Möglichkeiten des mobilen Zugangs zu Health-Informationen betrachtet [4] [8].

### 3.2.3 Entwicklung von Health 2.0 Anwendungen

Mit der Verbreitung von Internetzugängen und einfach zu bedienender Anwendungen ist die Anzahl von Internetnutzern stark gestiegen. Neben bestehenden, klassischen Web 1.0 Anwendungen, steigt die Anzahl an Web 2.0 Angeboten im Gesundheitswesen an. Patienten ändern ihr Nutzungsverhalten vom Konsumieren bestehender online Informationsangeboten hin zum Produzieren von Informationen, wie zum Beispiel Erfahrungen mit Krankheiten und den damit verbundenen emotionalen Problemen. Infolgedessen verändert sich die Interaktion zwischen Arzt <-> Patient und Patient <-> Patient.

Insgesamt beschäftigen sich 8 Beiträge mit der Entwicklung von Health 2.0 Anwendungen für Konsumenten von gesundheitsbezogenen Informationen, Gesundheitsdienstleistern, Patienten und Wissenschaftlern. Bei der Entwicklung von Health 2.0 Anwendungen werden klassische Softwareentwicklungsmodelle, wie bspw. das Wasserfallmodell, verwendet und oftmals mit Methoden des User-Centered Design Ansatzes kombiniert [15, 18, 41, 42], um ein möglichst gebrauchstaugliches Produkt zu entwickeln. Auch die Entwicklung und Optimierung von Interfaces, bspw. für ältere Patienten, wird als zentrales Problem beschrieben. Zu Beginn der jeweiligen Beiträge wird die spezifische Zielgruppe und die Anforderungsanalyse beschrieben und Anforderungen an die Health 2.0 Anwendung abgeleitet. Gefolgt wird dieser Schritt von einer Implementierungsphase die anschließend in der

Evaluierungsphase endet. Nur ein Beitrag [4] adressiert und beschreibt speziell die Entwicklung von mobilen Applikationen.

### 3.2.4 Evaluierung von Health 2.0 Anwendungen

Die Evaluierung von Health 2.0 Anwendungen hat eine große Bedeutung, da erst durch die Evaluierung einer Health 2.0 Anwendung, ihr Nutzen quantifizierbar und ein Vergleich mit anderen Anwendungen möglich wird. Dennoch beinhaltet nur sehr wenig der analysierten Literatur eine umfassende Evaluation von Health 2.0 Anwendungen, die über Vertrauens- und Sicherheitsaspekte hinausgeht. Nur 16 der 63 relevanten Publikationen versuchen, existierende Anwendungen zu bewerten oder gegenüber zu stellen.

Bei den Publikationen, die eine Evaluierung von Health 2.0 Anwendungen beinhalten, ist auffällig, dass sich die Merkmale und Attribute nach denen evaluiert wird, signifikant unterscheiden. Da es sich um Anwendungen für eine breite Masse von Nutzern handelt, liegt es auf der Hand, die Benutzerfreundlichkeit für verschiedene Nutzergruppen zu betrachten. Daher wird von einigen das User Interface von Health 2.0 Anwendungen mithilfe von Usability-Methoden oder Evaluierungsmethoden für Webseiten wie Design, Qualität des Inhalts oder auch Interaktivität untersucht [7, 27, 46, 56, 57]. Evans et al. verwenden aber zum Beispiel die Domainexpertise und die vorhandene Abdeckung von Gesundheitsthemengebieten, um Health 2.0 Anwendungen zu evaluieren [13]. Andere Autoren nehmen als Maß für die Güte einer Health 2.0 Anwendung Rankings von Health 2.0 Webseiten in Suchmaschinen, Klickstatistiken [9, 31] oder die durch Fragebögen medizinisch gemessene Gesundheitsverbesserung der Portalnutzer [2] oder die subjektive Einschätzungen der Nutzer [1].

Dass allgemein bisher wenige Evaluierungsergebnisse publiziert werden, ist augenscheinlich darauf zurückzuführen, dass Health 2.0 Anwendungen noch relativ neu sind und noch keine allgemeingültigen Evaluierungsmethoden existieren. Eine einheitliche und wissenschaftlich fundierte Bewertungsmethode wäre an dieser Stelle hilfreich. Diese These wird auch durch die nicht in diesen Literature Review aufgenommenen Publikationen unterstützt. In der Recherchephase tauchten viele aktuelle Abstracts, Präsentationen oder Blogbeiträge auf, die sich mit der Evaluierung von gegenwärtigen Health 2.0 Anwendungen beschäftigen, die aber aufgrund einer fehlenden wissenschaftlichen Publikation als Konferenz- oder Zeitschriftenartikel nicht weiter betrachtet wurden.

### 3.2.5 Potenzialabschätzung von Health 2.0 Anwendungen

Die in der Literatur am häufigsten genannten Health 2.0 Potentiale sind die drei von Melanie Swan angeführten neuen Konzepte, die die Gesundheitslandschaft grundlegend verändern. Die drei angesprochenen Konzepte sind Health Social Networks, patientenzentrierte, personalisierte Medizin und die generelle „Selbstbefähigung“ der Patienten [49].

Ein großes Potenzial von Health 2.0 Anwendungen sieht Evans et al. [14] unter anderem im Prinzip der „Offenheit“, welches im Web 2.0 und damit auch im Health 2.0 Anwendung findet. Offenheit wird dahingehend definiert, dass die Nutzer nicht nur ihre persönlichen Daten sehen und darauf zugreifen können.

Sondern es bedeutet auch, dass die Nutzer völlige Kontrolle über ihre Daten haben, d.h. das sie zum Beispiel durch einen XML-Export ihre Daten einer Health 2.0 Anwendung wieder entziehen können. Darüber hinaus betrachtet Evans [14] das Prinzip der Transparenz als ein wesentliches Potenzial, das Health 2.0 birgt. So lassen sich medizinische Forschungsergebnisse und Gesundheitsinformationen von Nutzern bzw. Patienten miteinander kombinieren, so dass alle beteiligten Anspruchsgruppen davon profitieren können. Hierin liegt offensichtlich eine große Chance von Health 2.0. Gleichzeitig stellt sich die Frage nach dem Datenschutz, der speziell im Umgang mit persönlichen, gesundheitsbezogenen Informationen einen hohen Stellenwert hat. Diese Problematik bleibt bei [14] jedoch außen vor.

Ein weiteres Beispiel für das Potenzial von Health 2.0 Anwendungen nennt Josefsson [24]. Die personalisierten Informationen von Patienten ermöglichen neue Tätigkeitsfelder von Health 2.0 Anwendungen. Einerseits kann durch die Unterstützung des Suchverhaltens der Nutzer ihre Einbindung in den ärztlichen Betreuungs- und/oder Pflegeprozess gestärkt werden. Andererseits sieht Josefsson [24] auch hohes Potenzial in der Ausbildung von Nutzern im Bereich des Gesundheitswesens, um Fehlinterpretationen von gesundheitsbezogenen Informationen zu vermeiden und falsche Informationen zu erkennen.

Ein weiteres Potenzial, das Health 2.0 Anwendungen bergen, ist die mögliche Ausbehebung nationaler Verbote für Gesundheitswerbung durch virales Marketing [17]. Beispielsweise verfügen Unternehmen aus dem Gesundheitswesen über die Möglichkeit, Produktvideos z.B. in YouTube zu veröffentlichen und so eine große Masse an potenziellen Kunden anzusprechen. Diese Art des viralen Marketings ist gleichzeitig eine kostengünstige Alternative zu klassischen Werbekanälen.

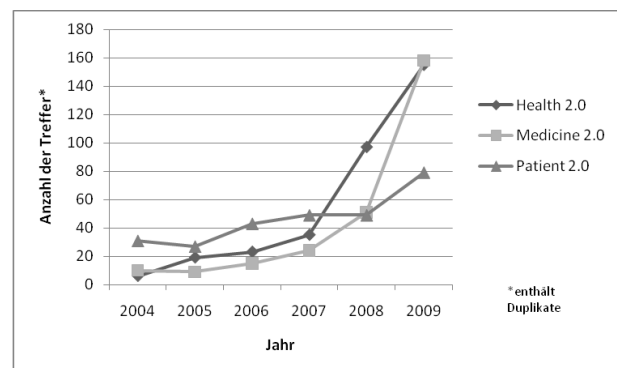
Uden-Kraan et al. [52] sehen dagegen ein großes Potenzial für Health 2.0 Anwendungen darin, dass allein die passive Teilnahme von Nutzern (sog. Lurkern) in Online Support Groups zu den gleichen positiven Effekten führt, wie die aktive Teilnahme – also dem aktiven Erstellen von Beiträgen. Lediglich im Hinblick auf die Punkte wahrgenommene soziale Unterstützung und soziale Anerkennung unterscheiden sich Lurker und aktive Nutzer (Poster). Obwohl somit schon offensichtlich die passive Teilnahme an Health 2.0 Anwendungen für jeden Nutzer einen positiven Effekt hat, muss weiterhin kritisch hinterfragt werden, inwieweit die Studienergebnisse von Uden-Kraan et al. [52] replizierbar sind. So ist bspw. der Anteil der Lurker in ihrer Stichprobe mit 21% als eher niedrig einzuschätzen. Erschwerend kommt hinzu, dass ein beachtlicher Anteil der Probanden, die Fragebögen nur teilweise ausgefüllt hat. Somit ist hier weiterer Forschungsbedarf zu sehen, um das Potenzial von Health 2.0 Anwendungen hinsichtlich der Befriedigung der Informations- und Interaktionsbedürfnisse von Nutzern objektiv bewerten zu können.

### 3.3 Fazit

Aktuelle Studien besagen, dass die Nutzerzahlen von Gesundheitsportalen kontinuierlich steigen [30]. Zusätzlich

nimmt die Bedeutung von nutzergenerierten Inhalten auf den Portalen durch den steigenden Einsatz von Web 2.0 Technologien zu. Dadurch steigt in der Wahrnehmung der Nutzer die Akzeptanz, dass der Arzt ein Experte darin ist, eine Krankheit zu identifizieren und der Patient der Experte im Erleben der Krankheit bzw. im Wahrnehmen des Krankheitsverlaufs. Durch steigende Nutzerzahlen und die wachsende Akzeptanz eröffnen Health 2.0 Anwendungen neue Möglichkeiten, die nicht nur von der Forschung, sondern auch von vielen Beteiligten des Gesundheitssystems erkannt werden.

Obwohl der Begriff Health 2.0 noch keine universale Akzeptanz besitzt und weder klar definiert noch von anderen Begriffen wie zum Beispiel Medicine 2.0 abgegrenzt ist, steht bereits eine ganze Industrie bereit, Web 2.0 Technologien im Gesundheitswesen einzusetzen. Die Bandbreite reicht von online geführten Gesundheitsakten wie Google Health<sup>1</sup>, Microsoft Health Vault<sup>2</sup> und Dossia<sup>3</sup>, die teilweise schon sehr lange existieren, über Gesundheits-, Arztbewertungs- und Empfehlungsportale (imedo.de, netdoktor.de, etc.) bis zu sozialen Netzwerken, wie zum Beispiel Patientslikeme.com, die sich mit dem Thema Krankheit auseinandersetzen.



**Abbildung 2: Anzahl der Treffer für Health 2.0, Medicine 2.0 und Patient 2.0 basierend auf den analysierten Datenbanken**

Abbildung 2 zeigt den Anstieg der Publikationen in den analysierten Datenbanken (EbscoHost, ACM Portal, AIS Digital Library, Pubmed, Web of knowledge, IEEE Xplore, Medline und Scopus) zu den Keywords Health 2.0, Medicine 2.0 und Patient 2.0 im Zeitraum 2004 bis 2010. Dieser Anstieg zeigt, dass sich die Wissenschaft in den letzten Jahren vermehrt mit den Begriffen Health 2.0, Medicine 2.0 und Patient 2.0 auseinandergesetzt hat. Dort stand zuerst die Befähigung des Patienten im Vordergrund, weshalb der Begriff Patient 2.0 in den Jahren 2004 bis 2007 zu mehr Treffern führt. Es ist in dieser Abbildung auch klar zu erkennen, dass die Popularität der beiden Begriffe Health 2.0 und Medicine 2.0 gleichzeitig stark stieg und voraussichtlich weiter steigen wird.

<sup>1</sup> [www.google.com/health/](http://www.google.com/health/)

<sup>2</sup> [www.healthvault.com/](http://www.healthvault.com/)

<sup>3</sup> [www.dossia.org/](http://www.dossia.org/)

Allerdings werden in der Literatur grundlegende Probleme regelmäßig wiederkehrend angesprochen, ohne Lösungen zu präsentieren. Zum Beispiel bleibt die Kernfrage über das Vertrauen in sowie die Qualität von online publizierten Gesundheitsinformationen ungelöst. Je mehr auf das Wissen der Allgemeinheit zurückgegriffen wird, desto größer ist die Chance, nicht nur falsche, sondern vielleicht sogar lebensgefährliche Informationen zu verbreiten. Deshalb müssten gerade die nutzergenerierten Gesundheitsinhalte stärker kontrolliert werden, was eigentlich entgegen dem Gedanken des Web 2.0 steht.

Weiterhin sind noch soziale, politische und bürokratische Barrieren zu überwinden, bevor Health 2.0 Anwendungen im alltäglichen Leben regelmäßig verwendet werden können. Wie bei Juzwishin [25] explizit erwähnt, weisen viele Publikationen darauf hin, dass diese Barrieren nur mit einem Wandel der weltweit individuellen Gesundheitssysteme überwunden werden können [25].

#### 4. ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Bereich der patientenorientierten Health 2.0 Anwendungen bisher aus verschiedenen forschungsrelevanten Perspektiven betrachtet wurde. Allerdings wurden viele Fragestellungen noch nicht bzw. wenig adressiert. Vornehmlich werden die identifizierten Forschungsthemen wie das Nutzungsverhalten von Health 2.0 Anwendungen seitens der Anwender, die Akzeptanz- und Vertrauensforschung, Technologien im Health 2.0, Entwicklung und Evaluierung sowie Potenzialabschätzung von Health 2.0 Anwendungen bearbeitet. Des Weiteren geben die Artikel oftmals nur einen groben Überblick über konkrete Health 2.0 Anwendungen. Eine detaillierte Marktanalyse bestehender Health 2.0 Anwendungen fehlt, weshalb eine tiefergehende Analyse bestehender Konzepte bisher nicht möglich ist. Lediglich einige bei der Recherche gefundene Präsentationen von Konferenzen wie der Medicine 2.0 oder der Health 2.0 widmen sich konkreten Beispielen von Health 2.0 Anwendungen. Eine kritische wissenschaftliche Hinterfragung kann aufgrund dieses Publikationsformats aber nicht vorgenommen werden.

Obwohl sich bereits zahlreiche Publikationen mit dem Nutzungsverhalten von Nutzern von Health 2.0 Anwendungen beschäftigen [48], [54], bleiben oftmals die Ursachen für die festgestellten Zusammenhänge unklar. Unter anderem ist nicht eindeutig nachgewiesen, welche Gesundheitsinformationen Nutzer im Internet am häufigsten nachfragen, da die beiden genannten Studien obwohl sie nur ein Jahr auseinanderliegen sehr verschiedene Ergebnisse liefern. Weiterhin können die gefundenen Artikel die Frage nicht beantworten, warum das Nutzungsverhalten von weiblichen Personen signifikant von dem männlicher Personen abweicht. Hier könnten Theorien aus der Verhaltenspsychologie weitergehende Erkenntnisse liefern. Es zeigen sich auch Forschungsdefizite in der Integration und Rolle des Patienten in Gesundheitsdienstleistungen und -anwendungen.

Im Bereich der Akzeptanz- und Vertrauensforschung ist eine wesentliche Erkenntnis, dass die Qualität von veröffentlichten gesundheitsbezogenen Informationen ein kritischer Erfolgsfaktor für Health 2.0 Anwendungen ist [48], [57]. Nutzer

entsprechender Angebote vertrauen den Informationen mehr, wenn Experten die Informationen zumindest phasenweise kontrollieren. In welchem Ausmaß eine Kontrolle durch Experten vorliegen muss, um genügend Vertrauen bei den Nutzern zu erzeugen, damit sie Health 2.0 Anwendungen nutzen, ist bisher noch nicht beantwortet. Andererseits führen Luo et. al. [35] verschiedene Aspekte auf, mit denen der Aufbau von Vertrauen in Health 2.0 Anwendungen unterstützt werden kann. Allerdings liefern sie weder eine Antwort darauf, welcher Aspekt bzw. Komponente den größten Einfluss auf die Vertrauensbildung hat, noch wie effizient und effektiv die entsprechenden Aspekte sind.

Bezüglich der Evaluierung von Health 2.0 Anwendungen ist festzustellen, dass eine Vielzahl von Merkmalen und Attributen existiert, anhand derer evaluiert werden kann. Die Ursache hierfür lässt sich darin sehen, dass es zahlreiche Perspektiven gibt, um eine Health 2.0 Anwendung zu bewerten. Dazu zählen u.a. das Design, die Qualität der Inhalte oder auch der Grad der Interaktivität von Health 2.0 Angeboten, die durch [7, 27, 46, 56, 57] evaluiert wurden. Eine einheitliche Bewertungsmethode existiert bisher nicht und stellt somit ebenfalls Potenzial für weiteren Forschungsbedarf dar.

Forschungsbedarf besteht ebenfalls bei Technologien im Health 2.0. Zwar sind die Technologien bekannt und werden für bestehende Health 2.0 Anwendungen angewendet, aber es ist weitgehend unerforscht, wie angemessen und erfolgreich der Einsatz ist. Dafür müssen Ziele und Zielgruppen für die Technologien und deren Erfolgsfaktoren bestimmt und anschließend evaluiert werden.

Des Weiteren besteht Forschungsbedarf in der Entwicklung von Health 2.0 Anwendungen. Beispielsweise wie hoch der Grad der Integration von Patienten in den Entwicklungsprozess sein muss, um gebrauchstaugliche Anwendungen zu entwickeln [36] und bei welchem Grad der Einbezug von Endanwendern hinderlich ist. Dies ist auch im Hinblick auf die Nutzung des Innovationspotenzials von Patienten sinnvoll [20]. Die Relevanz dieser Forschungslücke begründet sich aber auch im Hinblick auf die Patientenselbstdokumentation, die eine bessere und kontinuierliche Überwachung des Gesundheitszustandes des Patienten ermöglichen kann [45], [44].

Als eine weitere relevante Forschungslücke ist die Frage nach einem tragfähigen Geschäftsmodell von patientenorientierten Health 2.0 Anwendungen zu stellen. Darunter fallen Aspekte, wie das Markt-, Beschaffungs-, Leistungserstellungs-, Leistungsangebots-, Distributions- und Kapitalmodell gestaltet werden muss, um wirtschaftlich funktionierende Health 2.0 Anwendungen zu designen [33], [34].

Einschränkend zu den gewonnen Erkenntnissen ist festzustellen, dass Health 2.0 ein sehr weites und relativ neues Forschungsgebiet ist und die Abgrenzung zu Themen wie Medicine 2.0 und Patient 2.0 nicht immer trennscharf ist, so dass nicht alle vorhandenen Publikationen in diesem Artikel angemessen berücksichtigt sind. Außerdem sind eine Vielzahl von Abstracts und wissenschaftliche Präsentationen zu Health 2.0 Anwendungen erschienen, die aufgrund ihres Publikationsformats hier nicht einfließen konnten.

## 5. REFERENCES

- [1] Achim Dannecker and U. Lechner, Zielgruppenspezifische Dienste für Virtuelle Patientengemeinschaften, in 8. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik. 2007: Karlsruhe.
- [2] An, L., B. Schillo, J. Saul, A. Wendling, C. Klatt, C. Berg, J. Ahluwalia, A. Kavanaugh, M. Christenson, and M. Luxenberg, Utilization of Smoking Cessation Informational, Interactive, and Online Community Resources as Predictors of Abstinence: Cohort Study. *J Med Internet Res*, 2008. 10(5): p. e55.
- [3] Anderson, J.G., Evaluation in health informatics: social network analysis. *Computers in biology and medicine*, 2002. 32(3): p. 179-93.
- [4] Banderker, N. and J.-p. Belle, Mobile technology adoption by doctors in public healthcare in the Western Cape, South Africa, in European Conference on Information Systems. 2006.
- [5] Bastida, R., I. McGrath, and P. Maude, Wiki use in mental health practice: Recognizing potential use of collaborative technology. *International Journal of Mental Health Nursing*, 2010. 19(2): p. 142-148.
- [6] Beard, L., K. Wilson, D. Morra, and J. Keelan, A Survey of Health-Related Activities on Second Life. *J Med Internet Res*, 2009. 11(2): p. e17.
- [7] Becker, S.A., A study of web usability for older adults seeking online health resources. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 2004. 11(4): p. 387-406.
- [8] Bottles, K., Patients, doctors and health 2.0 tools. *Physician executive*, 2009. 35(4): p. 22-5.
- [9] Bowler, L. Where can teens find health information? A survey of web portals designed for teen health information seekers. in *Medicine 2.0*. 2008.
- [10] Carlisle, D., Information. Health 2.0 empowers plugged-in patients, in *The Health service journal*. 2008: England. p. 12-3.
- [11] Cohen, J., A Coefficient of Agreement for Nominal Scales Educational and Psychological Measurement, 1960. 20: p. 37-46.
- [12] Domingo, M., Health 2.0: Physician and Patient Social Networking. *Computer*, 2010. PP(99): p. 1-1.
- [13] Evans, J., R. Manaszewicz, and X. Jue. The Role of Domain Expertise in Smart, User-Sensitive, Health Information Portals. in *System Sciences*, 2009. HICSS '09. 42nd Hawaii International Conference on. 2009.
- [14] Eysenbach, G., Medicine 2.0: Social Networking, Collaboration, Participation, Apomediation, and Openness. *J Med Internet Res*, 2008. 10(3): p. e22.
- [15] Falkman, G., M. Gustafsson, M. Jontell, and O. Torgersson, SOMWeb: a semantic web-based system for supporting collaboration of distributed medical communities of practice. *J Med Internet Res*, 2008. 10(3): p. e25.
- [16] Fettke, P., State-of-the-Art des State-of-the-Art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik*, 2006. 48(04): p. 110.
- [17] Freeman, B. and S. Chapman, Gone viral? Heard the buzz? A guide for public health practitioners and researchers on how Web 2.0 can subvert advertising restrictions and spread health information. *Journal of epidemiology and community health*, 2008. 62(9): p. 778-782.
- [18] Gao, T., T. Massey, M. Sarrafzadeh, L. Selavo, and M. Welsh, Participatory user centered design techniques for a large scale ad-hoc health information system, in *Proceedings of the 1st ACM SIGMOBILE international workshop on Systems and networking support for healthcare and assisted living environments*. 2007, ACM: San Juan, Puerto Rico. p. 43-48.
- [19] Hardey, M., Public health and Web 2.0. *The journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, 2008. 128(4): p. 181-189.
- [20] Hartmann, M., A. Prinz, and J.M. Leimeister. Open Innovation im Healthcare - Systematische Entwicklung von Ideenwettbewerben am Beispiel von Patienten mit amyotropher Lateralsklerose. in 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik 2010.: *Service Science – neue Perspektiven für die Informatik*. 2010.
- [21] Hesse, B.W., D. Hansen, T. Finholt, S. Munson, W. Kellogg, and J.C. Thomas, Social Participation in Health 2.0. *Computer*, 2010. 43(11): p. 45-52.
- [22] Hughes, B., I. Joshi, and J. Wareham, Health 2.0 and Medicine 2.0: Tensions and Controversies in the Field. *Journal of Medical Internet Research*, 2008. 10(3).
- [23] Hughes, B., I. Joshi, and J. Wareham, Health 2.0 and Medicine 2.0: Tensions and Controversies in the Field. *J Med Internet Res*, 2008. 10(3): p. e23.
- [24] Josefsson, U., Exploring e-patients ' heterogeneity: towards personalized e-health applications, in *European Conference on Information Systems*. 2006.
- [25] Juzwishin, D.W., Political, policy and social barriers to health system interoperability: emerging opportunities of Web 2.0 and 3.0. *Healthcare management forum / Canadian College of Health Service Executives = Forum gestion des soins de santé / Collège canadien des directeurs de services de santé*, 2009. 22(4): p. 6-16.
- [26] Kamel Boulos, M.N. and S. Wheeler, The emerging Web 2.0 social software: an enabling suite of sociable technologies in health and health care education. *Health information and libraries journal*, 2007. 24(1): p. 2-23.
- [27] Kim, M.I. and K.B. Johnson, Patient Entry of Information: Evaluation of User Interfaces. *J Med Internet Res*, 2004. 6(2): p. e13.
- [28] Köbler, F., J. Föhling, H. Krcmar, and J. Leimeister, IT Governance and Types of IT Decision Makers in German Hospitals. *Business & Information Systems Engineering*, 2010: p. 1-12.



- [29] Kovic, I., I. Lulic, and G. Brumini, Examining the Medical Blogosphere: An Online Survey of Medical Bloggers. *J Med Internet Res*, 2008. 10(3): p. e28.
- [30] Kummervold, P.E., C.E. Chronaki, B. Lausen, H.-U. Prokosch, J. Rasmussen, S. Santana, A. Staniszewski, and S.C. Wangberg, eHealth trends in Europe 2005-2007: a population-based survey. *Journal of medical Internet research*, 2008. 10(4): p. e42.
- [31] Laurent, M. and T.J. Vickers, Seeking Health Information Online: Does Wikipedia Matter? *Journal of the American Medical Informatics Association (JAMIA)*, 2009. 16(4): p. 471-479.
- [32] Leimeister, J.M., M. Daum, and H. Krcmar, Towards mobile communities for cancer patients: the case of krebsgemeinschaft.de. *Int. J. Web Based Communities*, 2004. 1(1): p. 58-70.
- [33] Leimeister, J.M. and H. Krcmar, Geschäftsmodell Virtual Community Revisited, in *Produktentwicklung mit virtuellen Communities*, C. Herstatt and J.G. Sander, Editors. 2004, Gabler: Wiesbaden. p. 45-67.
- [34] Leimeister, J.M. and H. Krcmar, Community-Engineering Systematischer Aufbau und Betrieb Virtueller Communitys im Gesundheitswesen. *Wirtschaftsinformatik*, 2006. 48(6): p. 418-429.
- [35] Luo, W. and M. Najdawi, Trust-building measures: A review of consumer health portals. *Communications of the ACM*, 2004. 47(1): p. 108-113.
- [36] Menschner, M., A. Prinz, M. Altmann, P. Koene, F. Köbler, H. Krcmar, and J.M. Leimeister, Reaching into patients' homes – participatory designed AAL services - The case of patient-centered nutrition tracking service. *Electronic Markets*, 2010 (to appear).
- [37] Mettler, T., P. Rohner, and L. Baacke, Improving Data Quality of Health Information Systems: A Holistic Design - Oriented Approach, in *European Conference on Information Systems*. 2008: Padova.
- [38] Mitchell, J., Increasing the cost-effectiveness of telemedicine by embracing e-health. *Journal of telemedicine and telecare*, 2000. 16(1): p. 16-19.
- [39] Moturu, S.T., H. Liu, W.G. Johnson, and Ieee, Trust Evaluation in Health Information on the World Wide Web, in *2008 30th Annual International Conference of the Ieee Engineering in Medicine and Biology Society*, Vols 1-8. 2008. p. 1525-1528.
- [40] Murray, P.J., M. Cabrer, M. Hansen, C. Paton, P.L. Elkin, and W.S. Erdley, Towards addressing the opportunities and challenges of Web 2.0 for health and informatics. *Yearbook of medical informatics*, 2008: p. 44-51.
- [41] Nijland, N., J.v. Gemert-Pijnen, H. Boer, M. Steehouder, and E. Seydel, Evaluation of Internet-Based Technology for Supporting Self-Care: Problems Encountered by Patients and Caregivers When Using Self-Care Applications *J Med Internet Res*, 2008. 10(2): p. e13.
- [42] Nordqvist, C., L. Hanberger, T. Timpka, and S. Nordfeldt, Health Professionals' Attitudes Towards Using a Web 2.0 Portal for Child and Adolescent Diabetes Care: Qualitative Study. *J Med Internet Res*, 2009. 11(2): p. e12.
- [43] O'Reilly, T., What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Social Science Research Network Working Paper Series*, 2007. 65(1): p. 17-37.
- [44] Prinz, A., P. Menschner, M. Altmann, and J.M. Leimeister, inSERT - a NFC-based Self-Reporting Questionnaire for Patients with Fine Motor Diseases, in *3rd International Workshop on Near Field Communication - NFC2011 2010*: Hagenberg.
- [45] Prinz, A., P. Menschner, and J.M. Leimeister, NFC-basiertes Ernährungsmanagement für ältere, pflegebedürftige Menschen, in *Informatik 2009 - Im Focus das Leben. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik*. 2009, GI - Gesellschaft für Informatik, GI Lecture Notes in Informatics: Lübeck.
- [46] Ridley, G. and J. Young, Towards evaluating health information portals: A Tasmanian E-health case study. *International Journal of Electronic Healthcare*, 2006. 2(1): p. 79-91.
- [47] Scotch, M., K.Y. Yip, and K.H. Cheung, Development of Grid-like Applications for Public Health Using Web 2.0 Mashup Techniques. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2008. 15(6): p. 783-786.
- [48] Sillence, E., P. Briggs, P. Harris, and L. Fishwick, Changes in online health usage over the last 5 years, in *CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems*. 2006, ACM: Montré&#233;al, Qu&#233;bec, Canada. p. 1331-1336.
- [49] Swan, M., Emerging patient-driven health care models: An examination of health social networks, consumer personalized medicine and quantified self-tracking. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2009. 6(2): p. 492-525.
- [50] Tang, P.C. and T.H. Lee, Your Doctor's Office or the Internet? Two Paths to Personal Health Records. *N Engl J Med*, 2009. 360(13): p. 1276-1278.
- [51] Thompson, C.A., Health 2.0 companies seek to improve medication management. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 2008. 65(23): p. 2188.
- [52] Uden-Kraan, C.v., C. Drossaert, E. Taal, E. Seydel, and M.v.d. Laar, Self-Reported Differences in Empowerment Between Lurkers and Posters in Online Patient Support Groups. *J Med Internet Res*, 2008. 10(2): p. e18.
- [53] Van De Belt, T.H., J.L. Engelen, A.A.S. Berben, and L. Schoonhoven, Definition of Health 2.0 and Medicine 2.0: A Systematic Review. *J Med Internet Res*, 2010. 12(2): p. e18.
- [54] Vermaas, K. and L. Van de Wijngaert, Seeking Health Information on the Internet - Different Genders, Different Uses, Different Risks, in *European Conference on Information Systems*. 2005.

- [55] Walther, J.B., S. Pingree, R.P. Hawkins, and D.B. Buller, Attributes of Interactive Online Health Information Systems. *J Med Internet Res*, 2005. 7(3): p. e33.
- [56] Walther, J.B., Z. Wang, and T. Loh, The Effect of Top-Level Domains and Advertisements on Health Web Site Credibility. *J Med Internet Res*, 2004. 6(3): p. e24.
- [57] Warren, J., Young tech-savvy users - Perceptions of consumer health portals. *Health Care and Informatics Review Online*, 2008(OCT.).
- [58] Webster, J. and R. Watson, Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly*, 2002. 26: p. 13-23.

# Automatisierte Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen – Ein Web Service-basiertes Konzept

Bernd Heinrich  
Universität Innsbruck  
Universitätsstraße 15  
6020 Innsbruck  
+43 (512) 507 - 7680

Bernd.Heinrich@uibk.ac.at

Mathias Klier  
Universität Innsbruck  
Universitätsstraße 15  
6020 Innsbruck  
+43 (512) 507 - 7685

Mathias.Klier@uibk.ac.at

Steffen Zimmermann  
Universität Innsbruck  
Universitätsstraße 15  
6020 Innsbruck  
+43 (512) 507 - 7683

Steffen.Zimmermann@uibk.ac.at

## ZUSAMMENFASSUNG

In einem dynamischen Wettbewerbsumfeld sind Unternehmen bei großem Kostendruck zugleich hohen Flexibilitätsanforderungen ausgesetzt. So müssen Unternehmen in der Lage sein, ihre Prozesse effizient anzupassen und umzusetzen. Jedoch stellt die Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen in vielen Fällen noch eine zeit- und kostenintensive Aufgabe dar. Um hier zu einer Lösung beizutragen und einen höheren Grad der Automatisierung zu ermöglichen, erscheinen Planungsansätze und semantische Konzepte sinnvoll. Deshalb wird ein integriertes Konzept zur automatisierten Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen vorgeschlagen, das dem Forschungsgebiet des Semantischen Prozessmanagements zuzurechnen ist. Da im Rahmen des DFG-Forschungsprojekts SEMPRO bereits ein Ansatz zur automatisierten Modellierung von Prozessen entwickelt wurde, liegt der Fokus in diesem Beitrag auf der aus ökonomischer Sicht optimalen Umsetzung und Ausführung von Prozessen mittels Web Services (bspw. hinsichtlich nicht-funktionaler Zielgrößen wie Ausführungskosten und -zeit). Die Illustration des Konzepts erfolgt anhand des Kreditvergabeprozesses eines Finanzdienstleisters.

## Schlüsselwörter

Semantisches Prozessmanagement, Prozessflexibilisierung, Web Service, Planungsansatz

## 1. EINLEITUNG

Infolge dynamischer Marktveränderungen sind Unternehmen einem starken Kostendruck und hohen Flexibilitätsanforderungen ausgesetzt. Damit geht die Notwendigkeit einer effizienten Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen einher. Allerdings stellt für Unternehmen in vielen Fällen sowohl die flexible Erstellung und Anpassung von Prozessmodellen [16] als auch die Umsetzung und Ausführung neuer oder geänderter Prozesse [4] noch ein zeit- und kostenintensives Unterfangen dar.

Hier reichen zum einen die bestehenden Vorgehen zur Prozess-

modellierung und -gestaltung nicht aus (vgl. z. B. [2]; [16]), da diese i. d. R. noch zu einem wesentlichen Teil manuell - wenn auch unterstützt bspw. durch Werkzeuge oder Referenzprozessmodelle - durchgeführt werden und daher mit einem beträchtlichen Ressourceneinsatz einhergehen. Selbst wenn hier auf Referenzprozessmodelle zurückgegriffen wird, müssen auch diese zunächst entsprechend der erforderlichen Änderungen (z. B. veränderte gesetzliche Vorgaben oder Compliance-Richtlinien) und den unternehmensspezifischen Charakteristika angepasst werden, was wiederum zeit- und kostenintensiv ist. Abgesehen davon sind für viele Domänen geeignete Referenzprozessmodelle oft nur teilweise, in abstrakter Form oder gar nicht vorhanden. Eine effiziente Erstellung und Anpassung von Prozessmodellen ist somit derzeit schwierig.

Hier versprechen zwar Technologien und Konzepte wie Web Services und deren Komposition sowie Serviceorientierte Architekturen eine Verbesserung. Bspw. wird angeführt, dass ein Prozess durch die Kombination einzelner Web Services flexibler umgesetzt, ausgeführt [8] und auch wieder geändert werden kann. Jedoch erfolgt die Suche nach geeigneten Web Services, deren Einbindung und Management in der Praxis heutzutage häufig noch ebenso manuell. Eine erneute Komposition von Web Services im Zuge neuer oder geänderter Prozesse oder ein Austausch einzelner Web Services - insbesondere bei unerwarteten Ereignissen wie einem Serviceausfall - führen somit unweigerlich zu Reallokationszeiten und entsprechenden Kosten. Dies steht wiederum der angestrebten Flexibilität bei der Umsetzung und Ausführung von Prozessen entgegen.

Ansätze des Semantischen Prozessmanagements (vgl. z. B. [6]; [15]; [25]) versprechen hier zu einer Lösung beizutragen und die Grundlage für einen höheren Grad der Automatisierung bilden zu können. In [28] wird bspw. ein „Semantic Business Process Management (SBPM) Lifecycle“ vorgestellt, der die Phasen Modellierung, Umsetzung, Ausführung und Analyse unterscheidet. In diesem Zuge wird erläutert, wie semantische Konzepte in den jeweiligen Phasen dazu beitragen können, einzelne Aufgaben zu unterstützen bzw. zu automatisieren. Dies wird im Rahmen des EU-Projekts „Semantics Utilized for Process management within and between Enterprises“ (SUPER) erarbeitet, wobei primär technologische Aspekte im Vordergrund stehen<sup>1</sup>. Ein durchgängiges Konzept zur automatisierten Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen mit Fokus auf der *fachlichen Integration*

<sup>10th</sup> International Conference on Wirtschaftsinformatik,  
<sup>16th</sup> - <sup>18th</sup> February 2011, Zurich, Switzerland

<sup>1</sup> <http://www.ip-super.org/content/view/25/42/>

der Phasen und ökonomischen Aspekten wird bisher jedoch nicht vorgeschlagen. Dabei eröffnet eine solche integrierte Betrachtung zusätzliches Potenzial. So resultiert aus der automatisierten, Semantik-basierten Modellierung von Prozessen i. d. R. eine Menge zulässiger Prozessmodelle (vgl. [12]; [13]). Welches zulässige Prozessmodell dabei aus ökonomischer Sicht mittels Web Services umzusetzen und auszuführen ist, kann jedoch erst dann fundiert entschieden werden, wenn jeweils funktional passende Web Services identifiziert und die zugehörigen nicht-funktionalen Zielgrößen - z. B. Ausführungskosten und -zeit - feststehen. Vor diesem Hintergrund wird im Beitrag ein integriertes Konzept zur automatisierten Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen vorgestellt. Fokussiert wird dabei der Teilbereich der *automatisierten Umsetzung und Ausführung von Prozessen*, da im Rahmen des DFG-Forschungsprojekts SEMPRO bereits ein Ansatz („SEMantic based Planning Approach“ (SEMPA)) zur automatisierten Modellierung von Prozessen entwickelt wurde (vgl. [12]; [13] sowie die dortige ausführliche Literaturdiskussion zur automatisierten Modellierung von Prozessen). Vor diesem Hintergrund ist das hier vorgeschlagene Konzept als Erweiterung von SEMPA zu betrachten, das es zukünftig im DFG-Folgeprojekt SEMPRO<sup>2</sup> zu konkretisieren gilt.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Abschnitt 2 wird ein Überblick über das entwickelte Konzept zur automatisierten Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen gegeben, welches fünf Schritte umfasst. Danach werden mit der automatisierten Umsetzung und Ausführung ausgewählte Schritte fokussiert und diskutiert (vgl. die Schritte ④ und ⑤ in Abschnitt 2). Abschnitt 4 verdeutlicht diese Schritte anhand eines ausführlichen Beispiels aus dem Finanzdienstleistungsbereich, bevor Abschnitt 5 die Ergebnisse zusammen fasst und kritisch würdigt.

## 2. INTEGRIERTES KONZEPT

Das Konzept zur automatisierten Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen wird in Abbildung 1 illustriert.

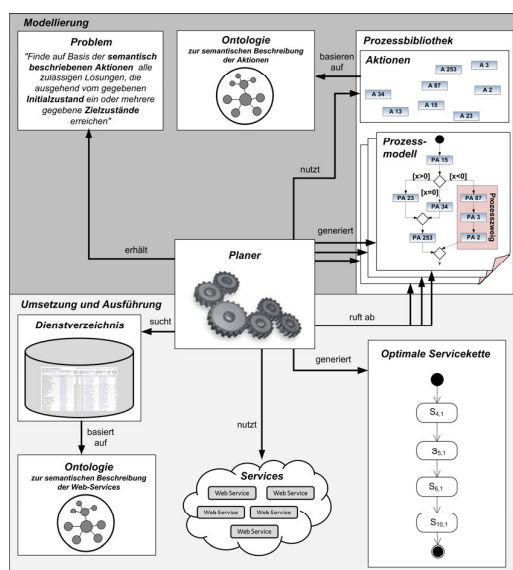


Abbildung 1: Überblick über das Konzept

In der Phase Modellierung von Prozessen erstellt ein Planungsalgorithmus (bspw. Planer wie SEMPA) für eine gegebene Problemstellung bestehend aus Initialzustand (Vorbedingungen des Prozesses) und einem oder mehreren Zielzuständen (Nachbedingungen des Prozesses) sowie basierend auf semantisch beschriebenen Aktionen in einer Prozessbibliothek, automatisiert zulässige Prozessmodelle (d. h. Abfolgen von Aktionen inklusive notwendiger Kontrollflussstrukturen). Diese werden wiederum in der Prozessbibliothek gespeichert. In den Phasen Umsetzung und Ausführung von Prozessen greift der Planer (im Sinne einer Workflowengine) zunächst auf diese zulässigen Prozessmodelle zu und sucht unter Verwendung von Ontologien in einem Dienstverzeichnis funktional passende (ggf. substituierbare) Web Services zur Umsetzung der einzelnen Aktionen. Danach erfolgt eine automatisierte Selektion der optimalen Kombination an Web Services zur Ausführung des Prozesses nach nicht-funktionalen Zielgrößen (Ausführungskosten, Ausführungszeit etc.). Diese Kombination wird im Weiteren als *optimale Servicekette* bezeichnet. Die relevanten Schritte, die der Planer realisiert, sind in Abbildung 2 dargestellt und werden im Folgenden erläutert (vgl. für Details der Schritte ①-③ auch [12]; [13]).

① *Semantik-basierte Ermittlung der Abhängigkeiten zwischen Aktionen.* Im ersten Schritt werden mittels eines Inferenzmechanismus die im Hinblick auf die Problemstellung relevanten Aktionen sowie deren Abhängigkeiten ermittelt (vgl. bspw. [17]). Basis sind die semantisch beschriebenen Vor- und Nachbedingungen (bspw. bezogen auf Input- und Outputparameter) der Aktionen. Resultat ist ein sogenannter Aktionsabhängigkeitsgraph (AAG), der die Aktionen und deren Vor- und Nachbedingungen als Knoten sowie deren Abhängigkeiten als Kanten umfasst.

② *Ermittlung von zulässigen Ablaufreihenfolgen von Aktionen.* Im zweiten Schritt wird auf Basis des AAG mittels einer Vorwärtstraversierung (vgl. hierzu bspw. [5]) ausgehend vom Initialzustand hin zu den Zielzuständen der Aktionszustandsgraph (AZG) erstellt. Dieser repräsentiert alle zulässigen Ablaufreihenfolgen von Aktionen und die jeweils damit einhergehenden Zustände für die gegebene Problemstellung.

③ *Konstruktion von zulässigen Prozessmodellen.* Im dritten Schritt werden auf Basis des AZG, der zulässige Ablaufreihenfolgen von Aktionen umfasst, syntaktisch korrekte Prozessmodelle (hier: UML-Aktivitätsdiagramm) automatisiert abgeleitet. Zentraler Aspekt ist dabei die automatisierte Konstruktion von Kontrollflussstrukturen wie z. B. Exclusive Choices (vgl. [11]).

④ *Semantik-basierte Zuordnung funktional passender Web Services zu den Aktionen.* Zur Umsetzung eines Prozesses ruft der Planer die zulässigen Prozessmodelle in der Prozessbibliothek ab und ermittelt für die einzelnen Aktionen funktional passende Web Services. Dabei werden die semantischen Beschreibungen der Aktionen und daraus resultierende Anforderungen mit den semantischen Web Service-Beschreibungen im Dienstverzeichnis abgeglichen und jeder Aktion verfügbare, funktional passende Web Services zugeordnet (vgl. z. B. [19]). Das Ergebnis dieses Schritts wird mittels eines Servicezuordnungsgraphs (SZG) repräsentiert.

⑤ *Selektion einer optimalen Servicekette nach nicht-funktionalen Zielgrößen.* Im fünften Schritt erfolgt vor der Ausführung des Prozesses auf Basis des SZG eine ökonomische Bewertung alternativer Serviceketten für die zulässigen Prozessmodelle. Dabei stehen nicht-funktionale Zielgrößen im Fokus, wie Aus-

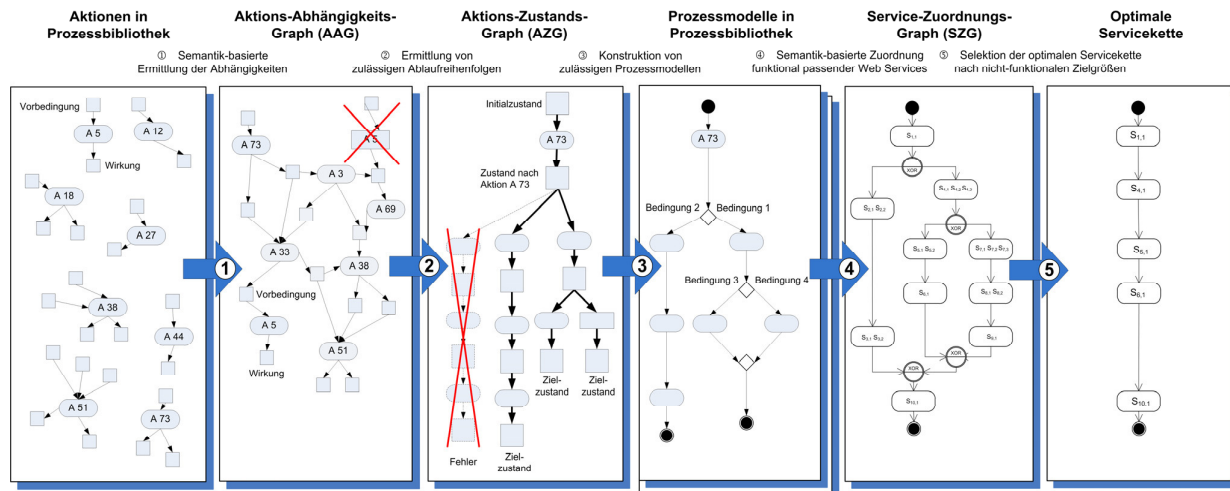


Abbildung 2: Die fünf Schritte des Konzepts

führungskosten, Ausführungszeit und Ausfallwahrscheinlichkeit. Resultat dieses Schritts ist die optimale Servicekette (vgl. hierzu bspw. [4]). Somit wird erst durch die Wahl der optimalen Servicekette entschieden, welches der zulässigen Prozessmodelle ausgeführt wird. Steht diese Servicekette fest, können die entsprechenden Web Services aufgerufen werden. Dabei sind Qualitätsaspekte - wie bspw. erfolgreiche Durchläufe, Fehler und Ausfälle - zur späteren Prozessanalyse zu protokollieren.

Betrachtet man den SBPM Lifecycle nach [28], so adressieren die Schritte ①-③ die Phase Modellierung, Schritt ④ die Phase Umsetzung und Schritt ⑤ die Phase Ausführung. Die protokollierten Qualitätsaspekte aus Schritt ⑤ können darüber hinaus in der Analysephase genutzt werden (vgl. hierzu z. B. [23]). Der Fokus des Beitrags liegt dabei - wie erwähnt - auf der Darstellung der fachlichen Integration der Phasen sowie von ökonomischen Aspekten. So wird auch die vorgenommene Unterteilung des Konzepts und damit des zugehörigen Planungsalgorithmus in fünf Schritte im Folgenden primär fachlich begründet. Konkret ergeben sich dadurch folgende Vorteile:

- Die Anzahl der in der Prozessbibliothek verfügbaren Aktionen kann in der Praxis sehr groß sein (bei der HypoVereinsbank handelte es sich im Rahmen der ARIS-Modellierung bspw. um mehr als 6.500 Aktionen). Aktionen, die nicht Teil einer zulässigen Lösung für eine gegebene Problemstellung sein können, werden bereits in Schritt ① separiert und sind nicht im AAG enthalten. Dies trägt wesentlich zur Komplexitätsreduktion und damit zur effizienten Ermittlung zulässiger Ablaufreihenfolgen im AZG in Schritt ② bei.
- Die Semantik-basierte Ermittlung der Abhängigkeiten zwischen Aktionen ist relativ komplex und damit zeitaufwändig. Deshalb wurde sie in einem eigenen Schritt ① ausgelagert und dem gesamten Konzept vorangestellt, um mehrmalige (redundante) semantische Analysen gleicher Aktionen zu vermeiden. Die folgenden Schritte nutzen danach die im AAG repräsentierten semantischen Informationen, d. h. diese sind nicht erneut zu ermitteln. Zudem können einmal im AAG festgehaltene Abhängigkeiten zwischen Aktionen für mehrere Problemstellungen Verwendung finden.

- Der in Schritt ② ermittelte AZG stellt eine Basis dar, auf der Prozessmodelle in verschiedenen Sprachen konstruierbar sind. Sprachenspezifische Eigenheiten sind demnach separiert und erst in Schritt ③ zu berücksichtigen. Diese schafft zum einen dahingehend Flexibilität, dass unterschiedliche Sprachen ohne Anpassung des Algorithmus von Schritt ② adressierbar sind. Andererseits ist es ebenso möglich, unterschiedliche Algorithmen zur Ermittlung des AZG heranzuziehen, ohne die weiteren Schritte anpassen zu müssen.
- Schritt ④ adressiert die Identifikation und Zuordnung von Web Services und somit die Umsetzung eines Prozesses. Da sich das Web Service Angebot im Zeitverlauf ändert, ist die Zuordnung funktional passender Web Services regelmäßig (im Extremfall bei jeder Prozessausführung) zu aktualisieren. Derartige Änderungen haben jedoch meist keine Auswirkung auf die geplanten zulässigen Prozessmodelle. Vor diesem Hintergrund sind die Schritte ③ und ④ zu trennen, um nicht bei jeder Aktualisierung der Web Service-Zuordnung die Prozessmodelle (komplett) neu zu planen.
- Schritt ⑤ adressiert die Selektion der optimalen Servicekette auf Basis nicht-funktionaler Zielgrößen. Da sich die nicht-funktionalen Zielgrößen (z. B. Ausführungskosten eines Web Service) laufend ändern können, hat diese Selektion bei jeder Ausführung des Prozesses zu erfolgen. So kann bspw. ein geringerer Preis eines Web Service zur Folge haben, dass eine alternative Servicekette nun ökonomisch vorteilhaft ist. Insofern ist sichergestellt, dass immer die optimale Servicekette selektiert wird. Auf die Zuordnung *funktional* passender Web Services zu den einzelnen Aktionen in Schritt ④ haben Änderungen *nicht-funktionaler* Zielgrößen jedoch keine Auswirkung. Folglich sind die Schritte ④ und ⑤ getrennt durchzuführen. Dies hat den Vorteil, dass zulässige Prozessmodelle in Schritt ④ ausgeschlossen werden können, falls für mindestens eine Aktion kein funktional passender Web Service existiert. Eine ökonomische Bewertung dieser Prozessmodelle in Schritt ⑤ ist folglich nicht mehr notwendig, wodurch sich der Aufwand reduziert.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die vorgenommene Unterteilung zu einer Reduktion der Komplexität und zu einer Steigerung der Effizienz der Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen führt.

Im Rahmen des DFG-Projekts SEMPRO wurde, wie erwähnt, für die Schritte ①-③ und damit für die automatisierte Modellierung von Prozessen ein integrierter Ansatz (SEMPA) entwickelt (vgl. [12] und [13]). Dabei weisen die Autoren jedoch darauf hin, dass es sich bisher lediglich um einen *teil*automatisierten Ansatz zur Planung von Prozessmodellen handelt [12]. Als Grund hierfür wird angeführt, dass bis dato keine automatisierte Selektion eines optimalen Prozessmodells aus den ermittelten zulässigen Prozessmodellen möglich ist. Dies wird als weiterer Forschungsbedarf identifiziert, den es aktuell im Rahmen des DFG-Folgeprojekts SEMPRO<sup>2</sup> zu adressieren gilt. Vor diesem Hintergrund wird im Weiteren mit den Schritten ④ und ⑤ des oben dargestellten Konzepts zur automatisierten Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen diese Forschungslücke fokussiert.

### 3. AUTOMATISIERTE UMSETZUNG UND AUSFÜHRUNG VON PROZESSEN

Im Zuge der automatisierten Modellierung (Schritte ①-③) wird häufig eine Vielzahl zulässiger Prozessmodelle generiert. Um darauf basierend ein Prozessmodell umzusetzen, sind zunächst funktional passende Web Services für die Aktionen der zulässigen Prozessmodelle zu identifizieren und zuzuordnen (Schritt ④). Danach ist vor der Prozessausführung die optimale Servicekette nach nicht-funktionalen Zielgrößen zu bestimmen (Schritt ⑤).

#### 3.1 Semantik-basierte Zuordnung funktional passender Web Services (Schritt ④)

Zur Semantik-basierten Zuordnung funktional passender Web Services zu Aktionen kann auf eine Reihe von bestehenden Arbeiten zurückgegriffen werden. So werden u. a. in [9], [10], [18], [19] und [22] semantische Erweiterungen bekannter Web Service-Standards und Kompositionsverfahren diskutiert. Daneben befassen sich mehrere Forschungsprojekte im Rahmen des von der EU geförderten European Semantic System-Clusters<sup>2</sup> mit semantischen Web Services sowie Serviceorientierten Architekturen und liefern bereits erste prototypische Implementierungen. Darauf aufbauend können die semantischen Beschreibungen der Aktionen und daraus resultierende Anforderungen mit den semantischen Web Service-Beschreibungen im Dienstverzeichnis abgeglichen und jeder Aktion verfügbare, funktional passende Web Services zugeordnet werden. Existieren Web Services, die eine Aktion nur teilweise umsetzen, erstellt der Planer automatisiert die möglichen Servicekombinationen, die funktional zur betrachteten Aktion passen. Darauf aufbauend kann der SZG mit der Zuordnung von Web Services zu einzelnen Aktionen erstellt werden, der das Resultat von Schritt ④ darstellt. Im Rahmen der Phase Umsetzung des SBPM Lifecycle wird ein solcher SZG auch als ausführbares Prozessmodell bezeichnet (vgl. [28]). Zur Beschreibung des SZG wird nun eine graphische Notation eingeführt, die zugleich Grundlage für Schritt ⑤ ist.

<sup>2</sup> Vgl. <http://www.essi-cluster.org/>

Die Notation entspricht einer Erweiterung des UML-Aktivitätsdiagramms, das bereits auch für die Notation der zulässigen Prozessmodelle in Schritt ③ exemplarisch herangezogen wurde. Die Erweiterung wurde zum einen für den Praxistransfer bewusst einfach gehalten. Zum anderen können bei Bedarf auch andere Modellierungssprachen analog erweitert werden. Dabei wurde auf Sprachelemente zurückgegriffen, wie sie in ähnlicher Form im Rahmen der Referenzprozessmodellierung bereits verwendet werden (vgl. z. B. [1]).

Abbildung 3 illustriert, dass analog zu Aktivitätsdiagrammen die ovalen Symbole einzelne Aktionen  $i$  mit  $i \in I = \{1, \dots, N\}$  repräsentieren (mit  $N$  als Anzahl aller Aktionen eines Prozesses). Der Bezeichner einer Aktion befindet sich zur besseren Lesbarkeit links abgesetzt in einem Quadrat. Ablaufreihenfolgen zwischen zwei Aktionen sind durch Transitionen  $(i_k, i_l) \in T$  mit  $i_k, i_l \in I$  festgelegt und als Pfeile grafisch dargestellt. Eine Abfolge von Aktionen, die von der ersten Aktion nach dem Initialknoten („Initial Node“) zur letzten Aktion vor einem Schlussknoten („Flow“ oder „Activity Final Node“) mittels Transitionen verknüpft ist, wird als *Aktionenkette* bezeichnet. Eine Aktionenkette wird mittels eckigen Klammern und den in der zugehörigen Reihenfolge aufgeführten Aktionen beschrieben (z. B. Aktionenkette [1-2-3-10]). Aktionenketten stellen somit auf Basis der in Schritt ③ ermittelten, zulässigen Prozessmodelle zulässige Abfolgen von Aktionen zur gegebenen Problemstellung dar.

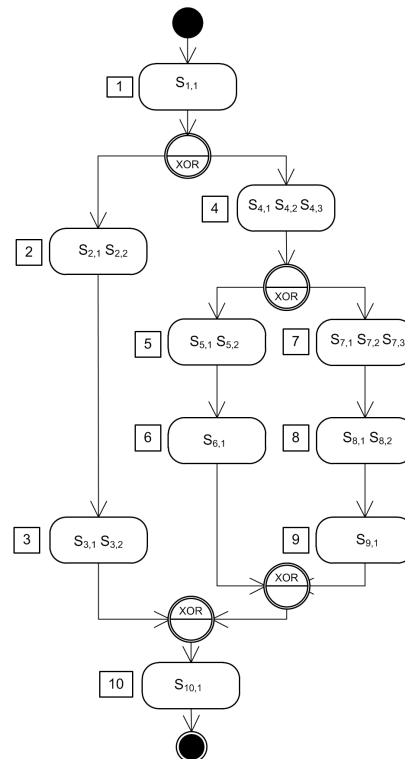


Abbildung 3: Beispiel für die Notation des SZG

Als Erweiterung zur logischen AND-Verknüpfung (graphisch: Splitting-/Synchronisationsbalken) respektive XOR-/OR-Verknüpfung (graphisch: Entscheidungsraute) des klassischen

Aktivitätsdiagramms wird - in Anlehnung an die Referenzprozessmodellierung (vgl. [1]) - ein zusätzlicher so genannter XOR-Buildtime-Operator eingeführt (vgl. Abbildung 3). Liefert nämlich Schritt ③ mehrere zulässige Prozessmodelle für die gegebene Problemstellung, so gehen damit zugleich mehrere alternative (funktional äquivalente) Aktionenketten einher. Diese alternativen Aktionenketten werden mit einem öffnenden XOR-Buildtime-Operator unterschieden und mit einem schließenden XOR-Buildtime-Operator wieder zusammengeführt. Welche Aktionen-kette hier gewählt wird, braucht erst zum Zeitpunkt der Prozessausführung unter Berücksichtigung nicht-funktionaler Zielgrößen (vgl. Schritt ⑤) entschieden werden. In Abbildung 3 liegen bspw. mit [1-2-3-10], [1-4-5-6-10] und [1-4-7-8-9-10] drei alternative Aktionenketten zur Ausführung des Prozesses vor.

Neben dieser potenziell großen Anzahl alternativer Aktionenketten lassen sich zur Ausführung jeder Aktion ggf. auch mehrere, verfügbare (unternehmensinterne und -externe) Web Services zuordnen. Die funktional substituierbaren Web Services  $S_{i,j}$  zur Ausführung einer Aktion  $i \in I$  (mit  $j \in J_i = \{1, \dots, M_i\}$  und  $M_i$  als Anzahl der verfügbaren, alternativen Web Services) sind in der vorgeschlagenen Notation jeweils im Oval der Aktion  $i$  aufgeführt. Folglich ist es realistischerweise möglich, eine Aktionen-kette durch unterschiedliche Kompositionen an Web Services zu realisieren. Eine Web Service-Komposition zur Realisierung einer Aktionen-kette wird dabei als *Servicekette* bezeichnet. Diese beinhaltet jeweils genau einen Web Service für jede enthaltene Aktion und ist von der Form  $[S_{1,j} - \dots - S_{N,j}]$ , wobei bspw.  $S_{1,j}$  den Web Service für Aktion 1 repräsentiert usw. Eine mögliche Servicekette für die Aktionen-kette [1-2-3-10] ist somit durch  $[S_{1,1}-S_{2,1}-S_{3,2}-S_{10,1}]$  gegeben. Dass einzelne Aktionen der zulässigen Prozessmodelle durch mehrere Services oder mehrere Aktionen durch einen Service umgesetzt werden können, ist ebenfalls ohne Weiteres mit Hilfe des XOR-Buildtime-Operators zu berücksichtigen. Ist bspw. eine Aktion  $i$  entweder durch einen oder zwei Web Services realisierbar, so ist vor der Aktion  $i$  ein XOR-Buildtime-Operator einzufügen. Dieser ist nicht nur mit Aktion  $i$ , sondern zusätzlich auch mit der Abfolge zweier neuer Aktionen  $i'$  und  $i''$  (als Alternative zur bisherigen Aktion  $i$ ) zu verbinden. Letzteren sind dabei die Web Services  $S_{i',j}$  und  $S_{i'',j}$  zuzuordnen. Anschließend werden die alternativen Abfolgen von Aktionen wieder mit einem schließenden XOR-Buildtime-Operator zusammengeführt. Auf diese Weise wird (zur Abbildung funktional substituierbarer Services) eine zusätzliche Aktionen-kette (zur Umsetzung einer Aktion durch mehrere Services) generiert. Damit erfüllt der XOR-Buildtime-Operator seinen Zweck zur Unterscheidung alternativer Aktionenketten und die eindeutige Zuordnung eines verfügbaren Web Service zu einer funktional passenden Aktion bleibt gewährleistet.

Insgesamt berechnet sich auf Basis der eingeführten Notation und der entsprechenden Bezeichnungen die Anzahl möglicher Serviceketten für eine Menge  $K=\{K_1, \dots, K_{|K|}\}$  möglicher Aktionenketten  $K_k$ , mit der Menge  $KA_k \subseteq I$  an jeweils enthaltenen Aktionen (mit  $k=1, \dots, |K|$ ), wie folgt: 
$$\sum_{k=1}^{|K|} \prod_{i \in KA_k} M_i.$$
 Realistischerweise ent-

steht hier eine große Anzahl möglicher Serviceketten. Im einfachen Beispiel in Abbildung 3 sind dies bereits  $4 + 6 + 18 = 28$ . Daher resultiert die Fragestellung, welche davon unter ökonomischen Gesichtspunkten zur Prozessausführung zu wählen ist. Dies wird in Schritt ⑤ adressiert und im Folgenden näher betrachtet.

### 3.2 Selektion der optimalen Servicekette nach nicht-funktionalen Zielgrößen (Schritt ⑤)

Resultat des Schritts ④ ist der eingeführte SZG, der die möglichen Aktionenketten zur Ausführung des Prozesses und zudem für die einzelnen Aktionen jeweils die funktional passenden Services repräsentiert. Daher gilt es nun, die optimale Servicekette - d. h. die Aktionen-kette mit den zugehörigen optimalen Web Services - nach ökonomischen, nicht-funktionalen Zielgrößen zu selektieren. Auch hier kann auf bestehende Arbeiten aufgebaut werden (vgl. z. B. [3]; [4]; [30]).

Im Folgenden wird das Vorgehen beschrieben, wie auf Basis des SZG eine optimale Servicekette zur Ausführung des Prozesses zu ermitteln ist: Die Bewertung der funktional passenden Web Services zur Umsetzung von Aktionenketten erfolgt in Schritt ⑤ anhand nicht-funktionaler Zielgrößen, wie Ausführungskosten, durchschnittliche Ausführungszeit, und Ausfallwahrscheinlichkeit. Für weitere Beispiele möglicher Zielgrößen sowie deren Diskussion sei bspw. auf [3], [21] und [24] verwiesen. Viele dieser Bewertungskriterien sind heutzutage bereits für verfügbare Web Services festgehalten und in Dienstverzeichnissen dokumentiert (vgl. bspw. seekda<sup>3</sup>, soatrader<sup>4</sup> oder xignite<sup>5</sup>, die neben Ausführungskosten bspw. auch Informationen zur durchschnittlichen Ausführungszeit und Zuverlässigkeit der Web Services anbieten). Zur Bewertung einer Servicekette ist es zunächst notwendig, die einzelnen Zielgrößen der enthaltenen Web Services zu aggregieren. Bspw. sind die Kosten für die Ausführung einer Servicekette auf Basis der Kosten für die jeweils enthaltenen Web Services ermittelbar. Allerdings existiert realistischerweise oftmals für eine Aktionen-kette keine *dominante Servicekette*, die hinsichtlich aller Zielgrößen gleich gut oder besser ist als jede alternative Servicekette. Daher ist eine Präferenzfunktion erforderlich, welche die verschiedenen Zielgrößen bewertet und zu einem Gesamtpräferenzfunktionswert aggregiert. Hierdurch kann für jede Aktionen-kette des SZG die optimale Servicekette selektiert werden. Stehen die lokal optimalen Serviceketten pro Aktionen-kette fest, ist die global optimale Servicekette zu bestimmen. Diese global optimale Servicekette ist durch den maximalen Präferenzfunktionswert über alle Serviceketten charakterisiert und bei der Prozessdurchführung zu realisieren. Zugleich wird durch die global optimale Servicekette die zugehörige Aktionen-kette im SZG determiniert.

Da in der Praxis bspw. Serviceanbieter komplett ausfallen können oder einzelne Services temporär nicht verfügbar sind, gilt es auch einen möglichen Serviceausfall im Rahmen des Konzepts zu berücksichtigen: Ist bereits vor der Initiierung der Prozessausführung bekannt, dass ein Web Service nicht verfügbar ist (z. B. aufgrund des Ausfalls eines Anbieters), so wird dieser aus dem Dienstverzeichnis (temporär) gestrichen und ist nicht mehr Teil des SZG. Damit werden auch alle Serviceketten mit diesem Web Service nicht mehr weiter betrachtet. Stattdessen rückt in einer vom Ausfall betroffenen Aktionen-kette die jeweils „nächstbeste“ Servicekette nach und bildet die neue lokal optimale Servicekette. Sollte durch den Ausfall eines Web Service eine Aktion gar nicht mehr ausführbar sein, da kein funktionales Substitut existiert, sind

<sup>3</sup> <http://webservices.seekda.com/>

<sup>4</sup> <http://www.soatrader.com/>

<sup>5</sup> <http://www.xignite.com/>

folglich alle Aktionenketten mit dieser Aktion nicht mehr ausführbar. Sie werden aus dem SZG (temporär) entfernt.

Komplexer ist der Fall, dass ein Web Service erst direkt beim Aufruf ausfällt, d. h. während der Ausführung der ex ante global optimalen Servicekette (vgl. auch die Literatur zum Replanning, wie [4]; [29]). Hier kann nicht grundsätzlich auf den „nächstbesten“ Web Service zur Ausführung der zugehörigen Aktion zurückgegriffen werden. Vielmehr ist zu prüfen, ob durch den Ausfall die ex ante optimale und bereits gestartete Aktionenkette weiterhin optimal ist. Der Ausfall während der Prozessausführung zieht somit folgende Entscheidungssituation nach sich:

Führe entweder die gestartete Aktionenkette zu Ende und ersetze dabei den ausgefallenen Web Service zur Ausführung einer Aktion  $i$  durch einen alternativen Web Service. Hier kann eine Optimierung im Hinblick auf die noch durchzuführenden Aktionen durchaus auch bei anderen Aktionen eine veränderte Servicezuordnung zur Folge haben. Oder starte eine alternative Aktionenkette. Um dies zu entscheiden, sind für die Bewertung der gestarteten Aktionenkette nicht mehr alle Web Services der zugehörigen optimalen Servicekette zu berücksichtigen. Vielmehr sind nur noch die Web Services für jene Aktionen zu betrachten, die bisher noch nicht ausgeführt wurden. Die Kosten für bereits ausgeführte Web Services sind demnach zum Entscheidungszeitpunkt (Laufzeitbetrachtung) nicht mehr relevant. Gleiches gilt auch für weitere nicht-funktionale Kriterien ausgeführter Web Services. Dagegen ist eine Neubewertung der Serviceketten alternativer Aktionenketten nicht notwendig, falls keiner der bereits ausgeführten Web Services Teil der auszuführenden Web Services in alternativen Aktionenketten ist. Dies ist jedoch in der Realität eher selten, da Web Services häufig auch in alternativen Aktionenketten verwendet werden können (bspw., da diese gleiche Aktionen enthalten). Insofern ist oft auch eine Neubewertung der Serviceketten alternativer Aktionenketten erforderlich. Eine solche „Überschneidung“ alternativer Aktionenketten lässt sich anhand von Abbildung 3 veranschaulichen. So sind bspw. die Aktionen 1 und 4 sowohl Bestandteil der Aktionenketten [1-4-5-6-10] als auch der Aktionenkette [1-4-7-8-9-10]. Würde somit die zweite Aktionenkette aufgrund eines Ausfalls des Services  $S_{8,1}$  abbrechen, so sind bei einer Durchführung der alternativen Aktionenkette [1-4-5-6-10] die Services  $S_{1,1}$  und  $S_{4,1}$  nicht mehr erneut auszuführen. Dieser Zusammenhang ist in der skizzierten Entscheidungssituation durchaus relevant und muss entsprechend adressiert werden. Im Weiteren werden die Schritte ④ und ⑤ des dargestellten Gesamtkonzepts und damit die automatisierte Umsetzung und Ausführung von Prozessen anhand eines ausführlichen Beispiels aus dem Finanzdienstleistungsbereich detailliert erläutert.

#### 4. ANWENDUNGSBEISPIEL

Die beispielhafte Illustration der Schritte ④ und ⑤ erfolgt auf Basis eines realen Kreditvergabeprozesses eines deutschen Finanzdienstleisters (für eine ausführliche Beschreibung der Schritte ①-③ und deren prototypischen Implementierung, vgl. [12] und [13]). Hierzu werden zunächst der Kreditvergabeprozess im Privatkreditbereich und insbesondere der Teilprozess der Kreditwürdigkeitsprüfung eingeführt. Danach wird das Vorgehen zur Zuordnung funktional passender Web Services (Schritt ④) zu den Aktionen sowie die Selektion der optimalen Servicekette nach nicht-funktionalen Zielgrößen (Schritt ⑤) am Beispiel erläutert. Dies verdeutlicht, wie eine Realisierung der Schritte ④ und ⑤

erfolgen könnte. Abschließend werden die Ergebnisse und weiterführende Fragestellungen diskutiert.

##### 4.1 Einführung des Anwendungsbeispiels

Bei Finanzdienstleistern werden die Standardisierung von Prozessen und deren IT-Unterstützung vor dem Hintergrund der Senkung der Kosten intensiv diskutiert (vgl. [26]). Hier gewinnt gerade die Ablösung monolithischer Altsysteme durch Serviceorientierte Anwendungen und Architekturen zunehmend an Bedeutung. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für die Verbesserung der Prozesse und deren Umsetzung mittels (fremdbezogener) Web Services. Insbesondere im Bereich des Kreditmanagements wurden in der Vergangenheit Teile des Kreditmanagementprozesses durch die Integration externer Anbieter (Rating-Agenturen, börsenbasierte Kreditderivatehändler etc.) umgesetzt und ausgeführt [4]. Beispielhaft wird im Folgenden ein Teil eines Prozessmodells für die Kreditvergabe (nur Filiale und Privatkredit) herausgegriffen, der in Abbildung 4 vereinfacht und anonymisiert dargestellt ist.

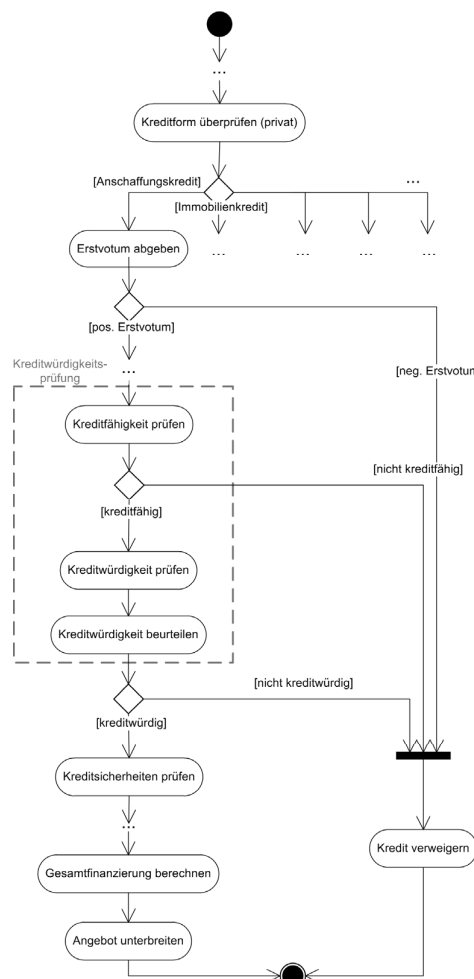


Abbildung 4: Ausschnitt eines Prozessmodells zur Kreditvergabe



Der dargestellte Ausschnitt des Prozessmodells startet mit der Überprüfung der Kreditform, wobei im Weiteren der Anschaffungskredit näher betrachtet wird. Danach erfolgt eine Erstprüfung. Fällt das Erstvotum negativ aus, wird der Kredit verweigert. Anderenfalls wird eine Kreditfähigkeitsprüfung durchgeführt, die im einfachen Fall einer Geschäftsfähigkeitsprüfung entspricht. Folgt wiederum ein positiver Bescheid, ist eine Kreditwürdigkeitsprüfung durchzuführen. Wurde die Kreditwürdigkeit bescheinigt und eventuell kreditrelevante Sicherheiten überprüft, erfolgt nach der Kalkulation der Gesamtfinanzierung ein Angebot des Kredits zu den berechneten Konditionen.

Im Weiteren wird innerhalb des Prozessausschnitts die Kreditwürdigkeitsprüfung (gestricheltes Rechteck in Abbildung 4) fokussiert. Hier ist bereits heute eine entsprechende Umsetzung mittels Web Services - wenn auch noch nicht in der Ausbaustufe des in Abschnitt 3 veranschaulichten Konzepts - möglich.

## 4.2 Erläuterung des Vorgehens

Im Folgenden werden die Schritte ④ und ⑤ des Konzepts auf Basis des Anwendungsbeispiels illustriert und diskutiert. Da derzeit in der Praxis die Voraussetzungen noch nicht gegeben sind, um alle relevanten nicht-funktionalen Zielgrößen für funktional passende Web Services automatisiert aus den Dienstverzeichnissen abzurufen (vgl. Schritt ⑤), ist hier zumindest bei einigen Web Services noch manueller Aufwand zu leisten. Da dieser manuelle Aufwand nicht bei jeder Prozessausführung zu rechtfertigen ist, wurden im Fallbeispiel mit der Identifikation unternehmensinterner wie -externer, funktional passender Web Services zugleich auch die relevanten nicht-funktionalen Zielgrößen erfasst. Da für den Finanzdienstleister bei der Prozessausführung insbesondere die Zielgrößen Ausfallwahrscheinlichkeit, Ausführungskosten und durchschnittliche Ausführungszeit für die Wahl der optimalen Servicekette relevant sind, ist somit für jeden funktional passenden Web Service  $S_{i,j}$  folgender Bewertungsvektor zu erfassen:

$$\text{VektorService}(S_{i,j}) = \begin{pmatrix} \text{Ausfallwahrscheinlichkeit} \\ \text{Ausführungskosten} \\ \text{Ausführungszeit} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p(S_{i,j}) \\ c(S_{i,j}) \\ t(S_{i,j}) \end{pmatrix}$$

Neben den verfügbaren Informationen zu den Web Services aus bekannten Dienstverzeichnissen (in Abbildung 5 sind z. B. Informationen zu Verfügbarkeit und Ausführungszeit eines GeoCoding Web Service des Dienstverzeichnisses seekda abgebildet<sup>6</sup>) wurde auch auf weitere Informationsquellen (z. B. Ausschreibungen, Angebotseinholungen mit der Möglichkeit der Angebotsabgabe über Portale und Einsatz von Web Crawlern für Web Services außerhalb bekannter Verzeichnisse) zurückgegriffen. Die fehlenden Informationen zu den relevanten nicht-funktionalen Zielgrößen der Web Services wurden darüber hinaus auf Basis von Erfahrungswerten geschätzt.

Danach hat der Planer die identifizierten Web Services im Zuge der Erstellung des SZG, der alle möglichen Serviceketten repräsentiert, den einzelnen Aktionen des Prozessmodells zuzuordnen (vgl. Schritt ④). Beispielhaft wird dies im Folgenden für die Aktion „Kreditwürdigkeit prüfen“ erläutert. Der resultierende SZG

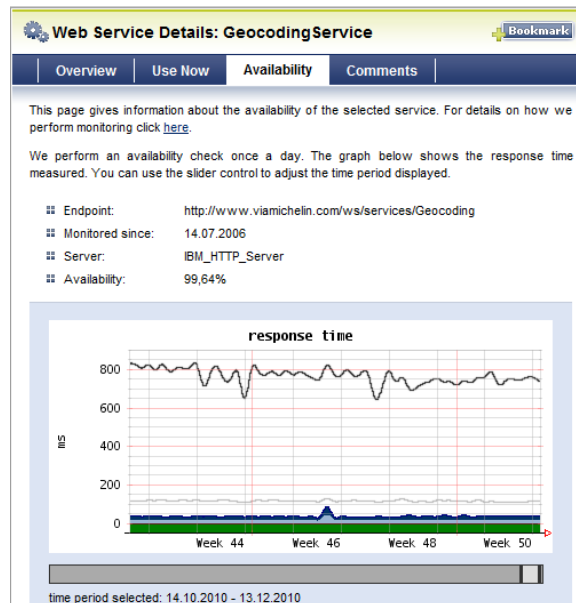


Abbildung 5: Nicht-funktionale Zielgrößen bei seekda

zu dem in Abbildung 4 dargestellten Prozessausschnitt (gestricheltes Rechteck) ist in Abbildung 6 dargestellt.

Für die Aktion „Kreditwürdigkeit prüfen“ konnten mehrere Web Services unterschiedlicher Anbieter identifiziert werden. So bietet bspw. die SCHUFA Holding AG einen Zugriff auf Web Services zur „Autorisierung bei der SCHUFA“ ( $S_{2,1}$ ,  $S_{2,2}$ ) und zur „Einholung der SCHUFA-Auskunft“ ( $S_{3,1}$ ,  $S_{3,2}$ ) mittels XML-Gateway an. Auf diese Weise können Web Services zur Kreditwürdigkeitsprüfung in die Prozesse des Finanzdienstleisters integriert werden.

Neben der Einholung einer SCHUFA-Auskunft besteht die Alternative, Verfahren anderer Dienstleister zur Kreditwürdigkeitsprüfung zu kombinieren. Bspw. existieren mehrere Anbieter von Datenbanken für GeoCoding, die entsprechende Web Services ( $S_{4,1}$ ,  $S_{4,2}$ ,  $S_{4,3}$ ) zur Verfügung stellen (z. B. uniserv GmbH und Schober Business Information Group). Daneben konkurrieren am Markt verschiedene Anbieter, die weitere Daten über den Nutzer auswerten und bereits größtenteils eine Integration ihrer Dienstleistungen mittels XML-Schnittstelle vorsehen oder planen (z. B. CEG Creditreform Consumer AG und INFORMA GmbH). Bei diesen Scoring-Web Services ( $S_{5,1}$ ,  $S_{5,2}$ ) kommen bspw. Benutzerprofile mit Informationen über das Kaufverhalten zum Einsatz. Um die Kreditwürdigkeitsprüfung auf Basis der Ergebnisse der GeoCoding- und Scoring-Web Services durch eine Bonitätsprüfung zu komplettieren, kann ein unternehmensinterner Web Service ( $S_{6,1}$ ) genutzt werden. Dieser ergänzt Daten - z. B. eine Dispositionskredithistorie bei Bestandskonten - und berechnet zugleich ein übergreifendes Kundenscoring.

Insgesamt konnten somit zwei unterschiedliche Aktionenketten zur Umsetzung der Aktion „Kreditwürdigkeit prüfen“ identifiziert werden: das Verfahren der SCHUFA-Auskunft mit „Autorisierung SCHUFA einholen“ ( $S_{2,1}$ ,  $S_{2,2}$ ) und „SCHUFA-Auskunft einholen“ ( $S_{3,1}$ ,  $S_{3,2}$ ) sowie das kombinierte Verfahren mit „GeoCoding einholen“ ( $S_{4,1}$ ,  $S_{4,2}$ ,  $S_{4,3}$ ), „Scoring einholen“ ( $S_{5,1}$ ,  $S_{5,2}$ ) und „Bonität prüfen“ ( $S_{6,1}$ ). Da beide Verfahren und damit die

<sup>6</sup> Vgl. <http://webservices.seekda.com/providers/viamichelin.com/GeocodingService>

```

graph TD
    Start((...)) --> S1[S1,1 S1,2 S1,3]
    S1 --> XOR1((XOR))
    XOR1 --> S2[S2,1 S2,2]
    XOR1 --> S4[S4,1 S4,2 S4,3]
    S2 --> S3[S3,1 S3,2]
    S3 --> XOR2((XOR))
    S4 --> S5[S5,1 S5,2]
    S5 --> S6[S6,1]
    S6 --> XOR2
    XOR2 --> S7[S7,1 S7,2 S7,3]
    S7 --> End((...))
  
```

Der resultierende SZG für den fokussierten Prozessausschnitt weist in Abbildung 6 diese beiden alternativen Aktionenketten mit [1-2-3-7] und [1-4-5-6-7] aus. Bereits dieser bewusst einfach gehaltene Prozessausschnitt verdeutlicht die in der Realität mögliche, hohe Anzahl an Serviceketten. Konkret sind dies hier mit 36 für die Aktionenkette [1-2-3-7] und 54 für die Aktionenkette [1-4-5-6-7] insgesamt bereits 90 Serviceketten. Folglich gilt es beim gesamten Prozessmodell zur Kreditvergabe mehrere Tausend Serviceketten zu berücksichtigen. Da es im Rahmen des dargestellten Gesamtkonzepts zugleich auch noch mehrere zulässige Prozessmodelle für die Kreditvergabe zu untersuchen gilt, unterstreicht dies zusätzlich die Notwendigkeit einer automatisierten Ermittlung der optimalen Servicekette.

die Modellierung der Prozesse mit UML Aktivitätsdiagrammen wurde als Ausgangsbasis das Pack *UML Modelling* verwendet. Hierdurch können Aktivitätsdiagramme visuell im Editor erstellt und weiter in ihren Eigenschaften angepasst und ergänzt werden. Der Entwurfsprozess als auch die Zuordnung der Services zu den Aktionen wird dadurch unterstützt. Zur Bestimmung der optimalen Servicekette sind die nicht-funktionalen Zielgrößen der in einer Servicekette  $R$  enthaltenen Web Services (seien dies o. B. d. A.  $S_{1,j}$ , ...,  $S_{N,j}$ ) jeweils zu aggregieren. Dabei wurden folgende Aggregationsvorschriften im Prototyp implementiert:

$$\text{VektorServiceKette}(R) = \left[ \begin{pmatrix} p(S_{1,j}) \\ c(S_{1,j}) \\ t(S_{1,j}) \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} p(S_{N,j}) \\ c(S_{N,j}) \\ t(S_{N,j}) \end{pmatrix} \right] = \begin{pmatrix} 1 - \left( \prod_{i=1}^N (1 - p(S_{i,j})) \right) \\ \sum_{i=1}^N c(S_{i,j}) \\ \sum_{i=1}^N t(S_{i,j}) \end{pmatrix}$$

$$\Phi = 1,0 \cdot (1 - (\prod_{i=1}^N (1 - p(S_{i,j})))) + 0,6 \cdot \sum_{i=1}^N c(S_{i,j}) + 0,3 \cdot \sum_{i=1}^N t(S_{i,j})$$

95

Bestimmung der optimalen Servicekette in einem ersten Schritt eine vollständige Enumeration durchgeführt. Bei größeren Prozessen ist es i. d. R. jedoch unvermeidbar, aufgrund der Vielzahl möglicher Serviceketten zur Selektion der optimalen Servicekette auf Heuristiken zurückzugreifen. Geeignete Heuristiken werden bspw. in [4] und [30] diskutiert.

Abgesehen davon ist auch der Fall von Web Service-Ausfällen zur Durchführungszeit zu analysieren, d. h. welche Anforderungen sich hier bei einer Reallokation ergeben. Neben dem Entfernen der ausgefallenen Web Services ist dabei insbesondere wiederum die dann optimale Servicekette zu ermitteln. Diese interessante Problematik wird nachfolgend beispielhaft diskutiert:

Fällt bei der Durchführung des kombinierten Verfahrens nach dem erfolgreichen Aufruf des GeoCoding-Service der Scoring-Web Service  $S_{5,1}$  der CEG Creditreform Consumer AG aus, so hat eine Reallokation durch den Planer zu erfolgen. Grundsätzlich kann in diesem Fall für die Aktion „Scoring einholen“ der Web Service  $S_{5,2}$  der INFORMA GmbH ersatzweise ausgeführt werden. Allerdings ist hier zu prüfen, ob die weitere Durchführung der Aktionenkette des kombinierten Verfahrens mittels Einplanung des Web Service der INFORMA oder aber die Ausführung der alternativen Aktionenkette (SCHUFA-Verfahren) ökonomisch vorteilhaft ist. Hierbei sind etwaige Überschneidungen zwischen den Serviceketten einzubeziehen. Zudem ist zu beachten, dass die nicht-funktionalen Zielgrößen für bereits ausgeführte Web Services, wie z. B. die Kosten für den GeoCoding-Service, nicht mehr entscheidungsrelevant sind. Mittels der prototypischen Implementierung wurde berechnet, dass im Falle des Ausfalls des Scoring-Web Service  $S_{5,1}$  der CEG Creditreform Consumer AG weiterhin die Ausführung des kombinierten Verfahrens mit einem Präferenzfunktionswert von 0,49 (im Vergleich zu 0,60 für das SCHUFA-Verfahren) vorteilhaft ist. Daraus folgt, dass nunmehr der Web Service der INFORMA GmbH sowie die restlichen Web Services der (bisherigen) global optimalen Servicekette auch weiterhin aufzurufen sind. Zugleich wird der Ausfall des Web Service im Dienstverzeichnis erfasst, was zu einer Erhöhung seiner hinterlegten Ausfallwahrscheinlichkeit führt.

### 4.3 Weiterführende Betrachtung

Das obige Vorgehen im Falle eines Web Service-Ausfalls zur Ausführungszeit offenbart zugleich auch nicht ausgeschöpftes Optimierungspotenzial. So werden zwar zum einen bereits Ausfallwahrscheinlichkeiten für einzelne Web Services und ganze Serviceketten berücksichtigt und bei der ex ante Auswahl der optimalen Servicekette einbezogen. Zum anderen wird auch der Fall beleuchtet, wie unter ökonomischen Gesichtspunkten zu verfahren ist, falls zur Ausführungszeit ein Web Service ausfällt und eine Reallokation erforderlich ist. Dagegen werden jedoch im bisherigen Vorgehen die ökonomischen Konsequenzen eines möglichen Serviceausfalls bei der ex ante Selektion der optimalen Servicekette noch nicht vollends berücksichtigt. Konkret ist (bereits ex ante) zu analysieren, auf welche andere Service- oder Aktionenkette bei einem potenziellen Ausfall eines Web Service (zur Ausführungszeit) gewechselt werden muss und ob dies - da bspw. bereits ausgeführte Web Services nicht wiederverwendet werden können (sunk costs) - zu einer starken Verschlechterung des Präferenzfunktionswerts führt. Ein Beispiel verdeutlicht dies: Oben wurde die Servicekette zum kombinierten Verfahren als ex ante global optimale Servicekette bestimmt. Fällt jedoch der in-

terne Web Service zur Aktion „Bonität prüfen“ ( $S_{6,1}$ ) aus, so steht kein alternativer, funktional passender Web Service zur Verfügung. Insofern muss dann auf die Aktionenkette des SCHUFA-Verfahrens gewechselt werden. Da die Aktion „Bonität prüfen“ eine der letzten in der dann abgebrochenen Aktionenkette ist, hat dies hohe sunk costs und Ausführungszeiten für Web Services zur Folge, die letztlich nicht genutzt werden. Derartige Effekte sind aber bereits für die ex ante Ermittlung der global optimalen Servicekette interessant. Nimmt man nämlich bspw. an, dass mindestens ein Web Service ausfällt, so wäre es ökonomisch durchaus fragwürdig (wegen des Risikos hoher sunk costs und Ausführungszeiten), das kombinierte Verfahren zu wählen. Dagegen ist das Verfahren der SCHUFA-Auskunft vergleichsweise robust, da hier jede Aktion durch mindestens zwei Web Services ausgeführt werden kann.

Um derartige Effekte zu analysieren, wurde eine stochastische Simulation mit stetigen Zufallsvariablen durchgeführt. Hier wurde der Ausfall jedes Web Service zunächst als gleichverteilte, unabhängige Zufallsvariable über den Definitionsbereich  $[0,1]$  modelliert. Auf Basis der dokumentierten Ausfallwahrscheinlichkeiten für jeden Web Service wurde zudem dieser Bereich in zwei Intervalle unterteilt, wobei das Intervall  $[0, \text{Ausfallwahrscheinlichkeit}]$  den Ausfall und das Intervall  $[\text{Ausfallwahrscheinlichkeit}, 1]$  die Verfügbarkeit des Web Service repräsentieren. Bei einem Prozessdurchlauf (Simulationslauf) wurde dann für jeden auszuführenden Web Service eine Ausprägung der Zufallsvariable gezogen. Die Zuordnung der Ausprägung zu den oben definierten Intervallen zeigt an, ob der Web Service verfügbar ist bzw. ausfällt. In den Fällen, in denen ein Web Service-Ausfall eintritt, wurde gemäß dem obigen Vorgehen eine Reallokation der Web Services durchgeführt. Für einen ersetzenden Web Service wurde danach wiederum eine Zufallsvariable definiert und sein potenzieller Ausfall untersucht. Ausgangspunkt sind dabei jeweils die lokal optimalen Serviceketten für die einzelnen Aktionenketten. Für jede dieser lokal optimalen Serviceketten wurden unter Berücksichtigung möglicher Web Service-Ausfälle Prozessdurchläufe simuliert sowie die zu erwartenden ex post Ausführungskosten und -zeiten berechnet und dokumentiert. Bei einer großen Anzahl von Simulationsläufen (bspw. 1.000) erhält man anschließend durch Mittelwertbildung erwartungstreue Schätzungen dafür, wie hoch bei der jeweils ex ante gewählten Aktionenkette die zu erwartenden ex post Ausführungskosten und -zeiten sind.

Im Fallbeispiel war bei jeweils 1.000 durchgeführten Simulationsläufen die bisher präferierte Aktionenkette zum kombinierten Verfahren bzw. die zugehörige Servicekette nicht mehr global optimal. So ergaben sich zu erwartende ex post Ausführungskosten von 0,451 und eine zu erwartende ex post Ausführungszeit von 0,217. Dagegen wurden bei der bisher dominierten Servicekette des SCHUFA-Verfahrens (bzgl. des Präferenzfunktionswerts nur Rang 60 bei 120 Serviceketten) zu erwartende ex post Ausführungskosten von 0,337 bzw. eine zu erwartende ex post Ausführungszeit von 0,163 ermittelt. Zusammenfassend ergab sich im Rahmen der Simulationsstudie somit ein Vorteil von mehr als jeweils 30% falls anstatt des kombinierten Verfahrens das SCHUFA-Verfahren gewählt wird. Insofern verdeutlicht das Beispiel, dass sich zwischen einer ex ante Planung und einer ex post Realisierung wesentliche Unterschiede in den Präferenzrangfolge ergeben können. Grund hierfür sind die ökonomischen Effekte möglicher Serviceausfälle und die damit einhergehende, notwendige Reallokation. Diese Effekte hängen wesentlich von den fol-

genden beiden Punkten ab: (1) Wie oft wird eine Aktionenkette abgebrochen, da ein Service ausfällt, für den es keinen adäquaten, funktional passenden Ersatz gibt (Ausfallrobustheit)? (2) Wie groß sind die Unterschiede bzgl. der Ausführungskosten und -zeiten, die bei einem Wechsel der Aktionenkette in Kauf zu nehmen sind (Prozessflexibilität)? Mit den genannten Punkten können somit neben den reinen Präferenzfunktionswerten aus dem obigen Vorgehen weitere Kriterien für die Auswahl optimaler Service- und Aktionenketten angeführt werden.

## 5. FAZIT

Die Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen stellt für Unternehmen oft ein zeit- und kostenintensives Unterfangen dar. Um hier zu einer Lösung beizutragen, erscheinen Planungsansätze und semantische Konzepte des Semantischen Prozessmanagements durchaus erfolgversprechend. Deshalb wird im Beitrag ein integriertes Konzept (vgl. Schritte ①-⑤) zur automatisierten Modellierung, Umsetzung und Ausführung von Prozessen vorgeschlagen, das eine Erweiterung der Arbeiten im Rahmen des DFG-Projekts SEMPRO darstellt. In diesem Projekt wurden mit der automatisierten Modellierung von Prozessen bisher die Schritte ①-③ betrachtet. Dabei konnte bereits ein Ansatz entwickelt und prototypisch umgesetzt werden, der für gegebene Problemstellungen eine automatisierte Planung zulässiger Prozessmodelle erlaubt. Die automatisierte Umsetzung und Ausführung eines Prozesses auf Basis der zulässigen Prozessmodelle wurden dagegen im Projekt bisher nicht adressiert. Deshalb wird im Beitrag ein erweitertes Konzept vorgeschlagen, das neben der Planung zulässiger Prozessmodelle auch die Umsetzung und Ausführung von Prozessen beinhaltet. Jedoch ist das Konzept heute noch nicht voll umfänglich umgesetzt.

Dies liegt zum einen daran, dass die Schritte ④ und ⑤ des Konzepts noch nicht vollständig prototypisch realisiert sind. So ist bspw. für Schritt ④ ein Algorithmus zu implementieren, der auf Basis der semantisch annotierten Vor- und Nachbedingungen einer Aktion einen oder mehrere funktional passende Services ermittelt (vgl. die alternativen Verfahren zur Umsetzung der Aktion „Kreditwürdigkeit prüfen“ im Beispiel). Dies erfolgte im Rahmen des Fallbeispiels noch manuell. Den Ausgangspunkt für einen solchen Algorithmus können Planungsansätze aus der künstlichen Intelligenz bilden [27]. Daneben gilt es ebenso, die in Abschnitt 4.3 dargestellte Idee, die ökonomischen Konsequenzen eines möglichen Serviceausfalls bereits bei der ex ante Selektion der optimalen Servicekette zu berücksichtigen, weiter zu untersuchen. Hier sind entsprechende Ansätze zu entwickeln und umzusetzen. Dass hiermit erhebliches Potenzial einhergehen kann, lies sich anhand des Beispiels verdeutlichen. Die beispielhafte Anwendung des Konzepts auf Basis eines realen Prozesses eines Finanzdienstleisters stellt einen ersten Schritt zu dessen Validierung dar. Darüber hinaus ist das Konzept zukünftig noch bei weiteren Prozessen anzuwenden, um dessen Anwendbarkeit im realen Umfeld eines Unternehmens zu prüfen. Diese Punkte gilt es in Zukunft im Rahmen des DFG-Folgeprojekts SEMPRO<sup>2</sup> zu adressieren und die umfassende Evaluierung der Schritte ④ und ⑤ voranzutreiben.

Zum anderen kann das vorgestellte Konzept z. T. aufgrund des Reifegrads der erforderlichen Technologien und der nur teilweise automatisiert ermittelbaren Inputparameter derzeit noch nicht umfänglich umgesetzt werden. So sind bspw. nicht alle Ausprä-

gungen der relevanten nicht-funktionalen Zielgrößen für funktional passende Web Services automatisiert aus den Dienstverzeichnissen abzurufen. Deshalb müssen diese geschätzt oder manuell aktualisiert werden. Da dies mit Ungenauigkeiten einhergehen kann stellt sich für die Anwendung des Konzepts die Frage, wie stark sich bspw. ungenaue Schätzungen der Ausfallwahrscheinlichkeit auf die optimale Servicekette auswirken können. Deshalb sind für die Anwendung des Konzepts Sensitivitätsanalysen zur Überprüfung der Ergebnisrobustheit (insbesondere bei Ausprägungen geschätzter Zielgrößen) zu empfehlen. Da zukünftig aber immer mehr Web Services mit den zugehörigen Ausprägungen nicht-funktionaler Zielgrößen in öffentlichen Dienstverzeichnissen angeboten werden (vgl. dazu auch Abbildung 5), wird dieses Problem in naher Zukunft weniger bedeutsam.

Gleichzeitig erhöht die steigende Anzahl am Markt angebotener Web Services (vgl. dazu [20]) zukünftig die Relevanz des vorgestellten Konzepts, da dadurch eine manuelle Auswahl der optimalen Servicekette zu zeit- und kostenaufwendig wird.

## 6. LITERATUR

- [1] Becker, J., Holten, R., Knackstedt, R. und Schütte, R. 2000. Referenz-Informationsmodellierung. In *Proceedings of the Verbundtagung Wirtschaftsinformatik 2000* (Aachen, Deutschland, 2000). 86-109.
- [2] Becker, J. und Kahn, D. 2003. The Process in Focus. In *Process Management. A Guide for the Design of Business Processes*, Becker, J., Kugeler, M. und Rosemann, M. (Hrsg.) Springer, Berlin, 1-12.
- [3] Berbner, R., Heckmann, O., Mauthe, A. und Steinmetz, R. 2005. Eine Dienstgüte unterstützende Web-Service-Architektur für flexible Geschäftsprozesse. *WIRTSCHAFTSINF* 47, 4 (2003), 268-277.
- [4] Berbner, M. 2007. *Dienstgüteunterstützung für Service-orientierte Workflows*. Dissertation. Universität Darmstadt. Books on Demand, Norderstedt.
- [5] Bertoli, P., Cimatti, A., Roveri, M. und Traverso, P. 2006. Strong planning under partial observability. *Artif Intell* 170, 4 (2006), 337-384.
- [6] Betz, S., Klink, S., Koschmider, A. und Oberweis, A. 2006. Automatic user support for business process modeling. In *Proceedings of the 3rd European Semantic Web Conference* (Budva, Montenegro, 2006). 1-12.
- [7] Braunwarth, K. und Heinrich, B. 2008. IT-Service-Management - Ein Modell zur Bestimmung der Folgen von Interoperabilitätsstandards auf die Einbindung externer IT-Dienstleister. *WIRTSCHAFTSINF* 50, 2 (2008), 98-110.
- [8] Bruijn de, J., Fensel, D., Keller, U. und Lara, R. 2005. Using the Web Service Modeling Ontology to Enable Semantic E-Business. *Commun ACM* 48, 12 (2005), 43-47.
- [9] Bruijn de, J., Kerrigan, M., Zaremba, M. und Fensel, D. 2009. Semantic Web Services. In *Handbook on Ontologies*, Staab, S. und Studer, R. (Hrsg.) Springer, Berlin, 617-636.
- [10] Fensel, D., Lausen, H., Polleres, A., Bruijn de, J., Stollberg, M., Roman, D. und Domingue, J. 2007. *Enabling Semantic Web Services: The Web Service Modeling Ontology*. Springer, Berlin.

- [11] Heinrich, B., Bolsinger M. und Bewernik, M. 2009. Automated Planning of Process Models: The Construction of Exclusive Choices. In *Proceedings of the 30th International Conference on Information Systems* (Phoenix, USA, 2009).
- [12] Heinrich, B., Bewernik, M., Henneberger, M., Krammer, A., und Lautenbacher, F. 2008. SEMPA - A Semantic Business Process Management Approach for the Planning of Process Models. *WIRTSCHAFTSINF* 50, 6 (2008), 445-460.
- [13] Heinrich, B., Klier, M. und Zimmermann, S. 2010. Automated Planning of Process Models – Towards a Semantic-based Approach. Erscheint in *Semantic Technologies for Business and Information Systems Engineering: Concepts and Applications*, Smolnik, S., Teuteberg, F. und Thomas, O. (Hrsg.) IGI Global, USA.
- [14] Henneberger, M., Heinrich, B., Bauer, B. und Lautenbacher, F. 2008. Semantic-Based Planning of Process Models. In *Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik* (München, Deutschland, 2008). 1677-1689.
- [15] Hepp, M. und Dumitri, R. 2007. An ontology framework for semantic business process management. In *Tagungsband der 8. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik* (Karlsruhe, Deutschland, 2007). 423-440.
- [16] Hornung, T., Koschmider, A. und Oberweis, A. 2007. Rule-based Autocompletion of Business Process Models. In *CAI-SE Forum 2007* (Trondheim, Norwegen, 2007). 49-52.
- [17] Kalfoglou, Y. und Schorlemmer, M. 2003. Ontology Mapping: The State of the Art. *The Knowledge Engineering Review Journal* 18, 1 (2003), 1-31.
- [18] Kona, S., Bansal, A., Gupta, G. und Hite, D. 2007. Automatic composition of semantic web services. In *Proceedings of the 5th International Conference on Web Services* (Salt Lake City, USA, 2007). 150-158.
- [19] McIlraith, S. A., Cao Son, T. und Zeng, H. 2001. Semantic Web Services. *IEEE Intell Syst* 16, 2 (2001), 46-53.
- [20] Nüttgens, M. und Dirik, I. 2008. Geschäftsmodelle für dienstebasierte Informationssysteme – Ein strategischer Ansatz zur Vermarktung von Webservices. *WIRTSCHAFTSINF* 50, 1 (2008), 31-38.
- [21] Ran, S. 2003. A Model for Web Services Discovery With QoS. *ACM SIGecom Exchanges* 4, 1 (2003), 1-10.
- [22] Sycara, K. P., Paolucci, M., Ankolekar, A. und Srinivasan, N. 2003. Automated discovery, interaction and composition of Semantic Web services. *J Web Semant* 1, 1 (2003), 27-46.
- [23] Teuteberg, F., Kluth, M., Smolnik, S. und Ahlemann, F. 2009. Semantic Benchmarking of Process Models - An Ontology-based Approach. In *Proceedings of the 30th International Conference on Information Systems* (Phoenix, USA, 2009).
- [24] Tian, M., Gramm, A., Ritter, H. und Schiller, J. 2004. Efficient Selection and Monitoring of QoS-Aware Web Services with the WS-QoS Framework. In *Proceedings of the ACM/IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence* (Peking, China, 2004). 152-158.
- [25] Thomas, O. und Fellmann, M. 2007. Semantic business process management: ontology-based process modeling using event-driven process chains. *International Journal of Interoperability in Business Information Systems* 2, 1 (2007), 29-43.
- [26] Wahrenburg, M., König, W., Hackethal, A., Weitzel, T., Beimborn, D., Franke, J., Gellrich, T., Holzhäuser, M. und Schwarze, F. 2005. *Kreditprozess-Management - Status Quo und Zukunft des Kreditprozesses bei Deutschlands 500 größten Kreditinstituten*. Books on Demand, Norderstedt.
- [27] Weber, I. 2007. Requirements for the Implementation of Business Process Models through Composition of Semantic Web Services. In *Proceedings of the International Conference on Interoperability for Enterprise Software and Applications* (Funchal, Portugal 2007).
- [28] Wetzstein, B., Ma, Z., Filipowska, A., Kaczmarek, M., Bhiri, S., Losada, S., Lopez-Cobo, J. und Cicurel, L. 2007. Semantic Business Process Management: A Lifecycle Based Requirements Analysis. In *Proceedings of the Workshop on Semantic Business Process and Product Lifecycle Management* (Innsbruck, Österreich, 2007).
- [29] Yu, T. und Lin, K.-J. 2009. Optimizing the QoS Performance of Fast Rerouting. In *Proceedings of the International Conference on Hybrid Intelligent Systems* (Shenyang, China, 2009). 313-318.
- [30] Yu, T., Zhang, Y. und Lin, K.-J. 2007. Efficient Algorithms for Web Services Selection with End-to-End QoS Constraints. *ACM Trans Web* 1, 1 (2007), Article 6.

# Entwurf ausgewählter Spracherweiterungen zur Ressourcenmodellierung in Pflegedienstleistungsmodellen

Michael Heß

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Unternehmensmodellierung  
Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik (ICB)  
Universität Duisburg-Essen  
+49 (201) 183-3099  
m.hess@uni-due.de

Jochen Meis

Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik  
Emil-Figge-Straße 91  
44227 Dortmund  
+49 (231) 97677-0  
meis@wi-kassel.de

## ABSTRACT

Der demographische Wandel in den Industrieländern führt zu einer stetig steigenden Nachfrage nach Pflegedienstleistungen. Zur Wahrung und Steigerung der Prozess- und Ergebnisqualität der Pflegedienstleistungen können diese in Prozessmodellen dokumentiert werden und als Grundlage der Leistungserbringung dienen. Ein zusätzlicher Bedarf an zielgerichteten Abstraktionen ist durch den vermehrten Einsatz ambienter, assistiver Technologien in Pflegedienstleistungen begründet. Existierende Modellierungsansätze stellen jedoch keine domänenspezifischen Konzepte zur differenzierten Repräsentation der in diesem Kontext benötigten Ressourcen bereit. Der vorliegende Beitrag adressiert diese Lücke und stellt einen Entwurf ausgewählter Spracherweiterungen zur Ressourcenmodellierung in Pflegedienstleistungsmodellen vor, der anhand einer Blutdruckmessung bei Personen mit koronarer Herzerkrankung veranschaulicht wird. Die vorgeschlagenen Konzepte zur Modellierung von Human- und physischen Ressourcen in Pflegedienstleistungsmodellen stellen domänenspezifische Erweiterungen einer existierenden Ressourcenmodellierungssprache dar, die im Kontext der Modellierung ambulanter und stationärer Pflegedienstleistungen angewendet werden können.

## Keywords

Ressourcenmodellierung, domänenspezifische Modellierung, konzeptuelle Modellierung, Dienstleistungsmodellierung, Prozessmodellierung, Multiperspektivische Unternehmensmodellierung, Pflege, Continua Health Alliance, Ambient Assisted Living

## 1. Motivation

Der demographische Wandel in den westlichen Industrieländern führt zu einer zunehmenden Überalterung der Bevölkerung, zum einen durch die gestiegene Lebenserwartung, zum anderen durch den gleichzeitigen Rückgang der Geburtenquote (sog. „double aging“) [1]. Daraus resultiert, u. a. aufgrund des Anstiegs chronischer Erkrankungen [2] und zunehmender Multimorbidität älterer Menschen [3], eine stetig steigende Nachfrage nach ambulanten und stationären Pflegedienstleistungen. Diese werden sowohl durch professionelles Pflegepersonal (insb. in stationären Pflegeeinrichtungen, aber auch in ambulanten Pflegediensten) als auch

durch sog. Laienpfleger erbracht [4]. Im ambulanten Bereich entwickeln sich daher immer häufiger sog. Pflegenetzwerke, in denen pflegebedürftige Menschen gepflegt werden. In diesen Netzwerken werden verschiedene Pflegedienstleistungen, z. B. in Form der Versorgung durch Essen auf Rädern, begleitetes Einkaufen, haushaltsnahe Dienstleistungen oder häusliche Pflege erbracht [5, 6]. Gemein ist dabei allen Pflegedienstleistern, dass sie meist nur einen fragmentarischen Eindruck des pflegebedürftigen Menschen erhalten, d. h. ihn i. d. R. nur in einem schmalen Zeitfenster am Tag beobachten und nur auf dieser Basis auf sein Wohlergehen schließen können. In der Folge werden häufig verteilte Dokumentationen über Beobachtungen und alltägliche Tätigkeiten des pflegebedürftigen Menschen bewusst (in Form der Pflegedokumentation durch einen ambulanten Pflegedienst) oder unbewusst (in Form intuitiver Einschätzungen durch andere Personen) angelegt. Gerade ältere, multimorbide Menschen benötigen jedoch eine gezielte und ganzheitliche Betreuung und Therapiebegleitung [4]. Ihr somatisches Krankheitsbild wird von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krankheiten des Bewegungsapparates dominiert. Zusätzliche Einschränkungen der Lebensqualität resultieren aus krankheitsbedingten Folgeerscheinungen. Die Gewährleistung einer angemessenen Therapietreue (z. B. regelmäßige Medikamenteneinnahme, Überwachung von Vitalparametern oder Ernährung) stellt insb. für ältere, multimorbide Menschen, die zusätzlich unter demenziellen Erkrankungen leiden oder alleine leben, eine erhebliche Herausforderung dar [4, 7]. Daher sind sie häufig auf eine entsprechende Unterstützung durch professionelles Pflegepersonal oder Laienpfleger angewiesen. Diese Betreuungsgruppen stehen jedoch ihrerseits vor spezifischen Herausforderungen bei der angemessenen Unterstützung pflegebedürftiger Menschen, z. B. der korrekten Dosierung und Darreichung von Medikamenten, der Interpretation erhobener Vitalparameter (Laienpfleger) sowie einer ganzheitlichen Bewertung des Allgemeinzustandes der pflegebedürftigen Person auf Basis zeitlich eng begrenzter Kontakte und erhobener Vitalparameter (professionelles Pflegepersonal).

Ergänzend zur persönlichen Betreuung im Alltag werden in jüngerer Zeit vermehrt technische Assistenzsysteme auf der Basis von Informationssystemen und Mikrosystemtechniken entwickelt, die ein eigenständiges Leben pflegebedürftiger Menschen unterstützen sollen [8]. Mit deren Einsatz werden auch unterstützende Maßnahmen zur Therapiedurchführung (z. B. in Form von Erinnerungen, Erklärungen oder Bereitstellung von Hintergrundinformationen) entwickelt und erprobt. Die unter dem Begriff „ambient assisted living“ (AAL) zusammengefassten Bestrebungen haben sich in anderen haushaltsnahen Bereichen bereits als Zusatznutzen stiftende Technologie gezeigt, die sich auch auf die häusliche Pflege übertragen lassen, z. B. in Form von Erinnerungen an die

Medikamenteneinnahme oder die digitale Erfassung und automatisierte Weiterleitung von erhobenen Vitalparametern an und deren Auswertung durch eine integrierte telemedizinische Infrastruktur.

Zusammengefasst entstehen im Bereich der Pflegedienstleistungen durch eine stetig steigende Nachfrage nach ebendiesen folgende Herausforderungen:

1. Pflegedienstleistungen sollen effektiver und effizienter erbracht werden.
2. Die Erbringung von Pflegedienstleistungen soll strukturiert beschrieben werden, um professionelle Pflegekräfte und Laienpfleger bei der Erbringung von Pflegedienstleistungen zu unterstützen und eine ganzheitliche Sicht auf Pflegedienstleistungen zu ermöglichen.
3. In Pflegedienstleistungen eingesetzte Ressourcen sollen in einer strukturierten Beschreibung ebenfalls erfasst werden. Dabei handelt es sich z. B. um betreuende Personen, medizintechnische Geräte und verabreichte Medikamente.
4. Der Einsatz von AAL-Systemen in Pflegedienstleistungen erfordert eine informationstechnische Betrachtung der eingesetzten Ressourcen und der dahinter liegenden telemedizinischen Infrastruktur.

Aus Sicht der Wirtschaftsinformatik erscheint der Einsatz der Prozessmodellierung geeignet, eine strukturierte Beschreibung der Erbringung von und ganzheitliche Sicht auf Pflegedienstleistungen fördern zu können. Die Erfassung der eingesetzten Ressourcen kann durch einen dediziert auf die Ressourcenmodellierung im Kontext von Pflegedienstleistungen gerichteten und mit dem Ansatz zur Prozessmodellierung integrierten Ansatz unterstützt werden. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass allgemein anerkannt ist, dass grafisch visualisierte Modelle eine anschauliche und verständliche Repräsentation eines Handlungssystems liefern. Modelle können darüber hinaus als Wissensspeicher und Kommunikationsgrundlage dienen und gleichzeitig durch zielgerichtete Abstraktionen einen Beitrag zur Reduktion der Komplexität des modellierten Handlungssystems leisten. Ein Vorschlag zur Erweiterung einer existierenden Ressourcenmodellierungssprache, die Bestandteil einer Methode zur Unternehmensmodellierung ist, wird im Folgenden vorgestellt. In Kapitel 2 werden die relevanten Grundlagen vorgestellt, aus denen Anforderungen an die Modellierung von Ressourcen in Modellen von Pflegedienstleistungen abgeleitet werden. In Kapitel 3 wird der State of the Art der Modellierung von Pflegedienstleistungen betrachtet und gegen die zuvor formulierten Anforderungen evaluiert. In Kapitel 4 werden Konzepte zur Modellierung von Humanressourcen und physischen Ressourcen, mit der Fokussierung auf Ressourcen in Pflegedienstleistungsmodellen vorgeschlagen und in Kapitel 5 anhand des bereits in Kapitel 2.1 vorgestellten Anwendungsfalls illustriert. Der Beitrag schließt mit einem Fazit und gibt einen Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen (Kapitel 6).

## 2. Grundlagen

Im vorliegenden Kapitel wird zunächst die Anwendungsdomäne anhand eines Anwendungsfalls charakterisiert (Kapitel 2.1) und Grundlagen des AAL in den Kontext der Pflege eingeordnet (Kapitel 2.2), bevor auf Basis dieser Grundlagen Anforderungen an die Modellierung von Ressourcen in Modellen von Pflegedienstleistungen abgeleitet werden (Kapitel 2.3).

### 2.1 Anwendungsfall

Als exemplarisches Anwendungsfall dient die Durchführung einer ambulanten Blutdruckmessung, die z. B. bei pflegebedürftigen Personen mit koronarer Herzerkrankung (KHK) fakultativer Bestandteil der Pflegedienstleistung ist. Diese ist in Abbildung 1 mit der MEMO Organisation Modelling Language ([9]) modelliert. Das Modell enthält nur Pflegeschritte, nicht jedoch eingesetzte Ressourcen oder zusätzliche Informationen, wie das Blutdruckmessgerät, Informationen zu seiner korrekten Anwendung oder typische Blutdruck-Referenzwertintervalle.

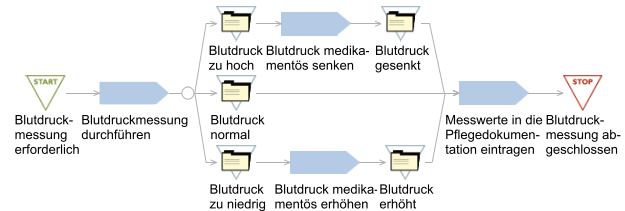


Abbildung 1: Vereinfachtes Modell der Durchführung einer ambulanten Blutdruckmessung

Im Rahmen der Betreuung durch pflegende Personen werden bei pflegebedürftigen Personen mit KHK regelmäßig die Blutdruckwerte gemessen und in der Pflegedokumentation protokolliert. In Abhängigkeit der gemessenen Werte sind ggf. weitere Maßnahmen (z. B. die Gabe eines Medikamentes zur Senkung des Blutdruckes) einzuleiten, die vom Pflegedienst oder von einem Arzt durchzuführen sind. Weichen die gemessenen Werte nur geringfügig von den ärztlichen Vorgaben ab, so ist dieses lediglich zu melden, um eine weitere Beobachtung der Blutdruckwerte der pflegebedürftigen Person einzuleiten. Der Pflegedienst informiert hierzu sowohl die Pflegedienstleitung als auch Angehörige, die sich aktiv an der Pflege beteiligen und ggf. zusätzliche Blutdruckmessungen durchführen können. Bei signifikanten Abweichungen ist ein Arzt zu informieren, der über die Einleitung weiterer Maßnahmen entscheiden muss. Die Protokollierung von durch Laienpfleger erhobenen Messwerten darf aufgrund rechtlicher Rahmenbedingungen nicht in die Pflegedokumentation aufgenommen werden, da diese ausschließlich dem Pflegedienst obliegt, sondern muss gesondert vorgenommen werden. Hierdurch entsteht unter Umständen ein Informationsdefizit, wenn beide Messreihen nicht gemeinsam betrachtet und, z. B. durch einen Arzt, ausgewertet werden können.

Die zu erstellenden Pflegemodelle sollen einen Beitrag zur Qualitätssicherung, zum Qualitätsmanagement und zur Dokumentation der Pflegedienstleistungen auf Typ- und Instanzebene leisten. Darüber hinaus können sie als Kommunikationsgrundlage zwischen Mitarbeitern des Pflegedienstes, Laienpflegern, dem betreuenden (Haus)Arzt und, in Abhängigkeit seines mentalen Status, der pflegebedürftigen Person genutzt werden. Zur Dokumentation sollten auch die Pflegedienstleistungen erbringenden Personen als Ressourcen im Pflegemodell erfasst werden können. Sofern Pflegedienstleistungen durch AAL-basierte Ressourcen (z. B. vernetzte Blutdruckmessgeräte) unterstützt werden, sollten diese in das korrespondierende Pflegemodell aufgenommen werden können. Bei Rehabilitationsmaßnahmen tragen vernetzte Blutdruckmessgeräte im ambulanten Umfeld zur Verlaufskontrolle und Dokumentation bei und können somit eine effektivere Therapiebegleitung und Betreuung ermöglichen. Die Blutdruckmessungen können – in Abhängigkeit der Pflegebedürftigkeit – durch eine Eigenkontrolle der pflegebedürftigen Person selbst, durch Laienpfleger oder einen ambulanten Pflegedienst durchgeführt werden.



Diese dokumentieren die Messergebnisse entsprechend ihrer Berechtigungen wahlweise extern bzw. in der Pflegedokumentation.

Prospektive Nutzer der Modelle der Pflegedienstleistungen sind folglich sowohl Laienpfleger als auch professionelle Pflegekräfte, die durch die Pflege pflegebedürftiger Personen jeweils mit unterschiedlichen Herausforderungen konfrontiert werden. Für Laienpfleger stellt fehlendes spezifisches Pflegefachwissen ein großes Problem dar (z. B. pflegespezifische Tätigkeiten, situationsbedingte Medikamentendarreichung). Die zentrale Herausforderung für Laienpfleger besteht folglich in der Gewährleistung einer individuell angemessenen medizinischen und pflegerischen Betreuung der pflegebedürftigen Personen. Professionelle Pflegekräfte werden durch die regulatorischen Rahmenbedingungen eingeschränkt (z. B. zeitliche Vorgaben, Dokumentationsumfang), unter denen die Versorgung pflegebedürftiger Personen sicherzustellen ist. Folglich ist die zentrale Herausforderung ist individuelle Pflege bei Einhaltung des regulatorischen Rahmens.

## 2.2 Ambient Assisted Living in der Pflege

Bei den Pflegekonzepten ist für die Leistungserbringung an der zu pflegenden Person auf sein individuelles Umfeld zu achten. Bekannte Pflegekonzepte (z. B. nach Krohwinkel [10]) liefern eine systematische, fundierte und effektive Durchführung der Pflegedienstleistungen und der dazugehörigen Pflegedokumentation [10, 11]. Sie stellen die pflegebedürftige Person in den Mittelpunkt der Pflegedienstleistungen. Dieses spiegelt sich auch in den aktuellen Diskussionen zum Pflegeprozess wider. Der Pflegeprozess ist in einzelne Phasen aufgeteilt und stellt mit seinen Phasen die Anwendung eines allgemein anerkannten Problemlösungsverfahrens in der Gesundheits- und Krankenpflege dar (vgl. Abbildung 2). „Der Pflegeprozess befähigt die Pflegenden von eher zufälligem, reaktiven und intuitiven Handeln zu rational begründeter geplanter Handlung zu gelangen.“ [12].

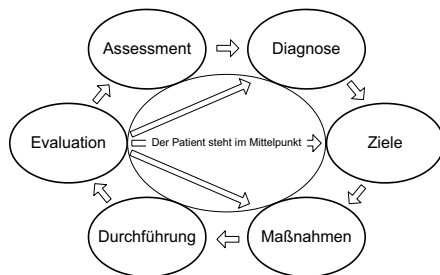


Abbildung 2: Pflegeprozess [6]

In der aktuellen Entwicklung von AAL werden Dienstleistungen mit unterstützenden Systemen und Techniken, in der Regel durch den Einsatz von Mikrosystemtechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnologie, für die individuelle Hilfestellung in der häuslichen Umgebung entwickelt und angeboten [8]. Die entwickelten und angebotenen Dienstleistungen für ältere Personen können auch von pflegebedürftigen Personen genutzt und ggf. für diese zielgerichtet adaptiert werden. AAL zielt dabei auf den Einsatz von Technologien, die es vor allem älteren Menschen ermöglichen, ein möglichst lange selbst bestimmtes Leben im eigenen, gewohnten häuslichen Umfeld zu führen [13]. Unterstützt werden sie durch effiziente Assistenzanwendungen im Rahmen der medizinischen Prävention, Therapie und Rehabilitation ohne ihre Lebensqualität durch den Einsatz der Technologie zu beeinträchtigen. Zusammenfassend werden unter AAL Anwendungen, Konzepte und Dienstleistungen zur Verbesserung der Interaktion zwi-

schen technischen und sozialen bzw. medizinischen Systemen verstanden, um die Lebensqualität älterer Menschen in ihrer häuslichen Umgebung zu erhöhen. Gleichzeitig steigt mit der Nutzung AAL-basierter Technologien in Pflegeprozessen deren Komplexität, sodass ein entsprechender Bedarf nach Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Komplexitätsreduktion entsteht, der durch den Einsatz korrespondierender Modelle adressiert werden kann.

AAL zielt auf die Unterstützung älterer Menschen, damit diese länger selbstbestimmt in ihrem häuslichen Umfeld leben können. Ein längerer Verbleib pflegebedürftiger Personen in der eigenen Wohnung wird auch in §3 des SGB XI gefordert und entspricht häufig auch dem Wunsch älterer Menschen [14]. Zukünftig wird assistiven Technologien diesbezüglich eine noch weiter wachsende Bedeutung angesichts des festgestellten „double aging“ zukommen [1]. Eine immer geringere Anzahl an Betreuungspersonen muss für eine immer höhere Anzahl pflegebedürftiger Personen sorgen (vgl. [15]). Außerdem wird eine Zunahme chronischer Krankheiten in der alternden Bevölkerung der westlichen Industrieländer festgestellt, sodass sich mit steigendem Wohlstand und gesteigerter Lebenserwartung die Krankengeschichten älterer Menschen verändern [16]. AAL kann durch den Einsatz neuer technischer Möglichkeiten, wie von Sensoren und Aktoren, die eine unabhängige Datenerhebung innerhalb der Wohnung ermöglichen (z. B. Gehstock mit Sensorik zur Erkennung von Stürzen [17]), Unterstützung bei der Erbringung von Pflegedienstleistungen leisten. Die so erhobenen Daten werden Pflegedienstleistern zur Unterstützung ihrer Leistungserbringung zur Verfügung gestellt. Aktuell existieren im Kontext von AAL verschiedene Endgeräte unterschiedlicher Hersteller, die sich jedoch größtenteils noch in der Erprobung (Prototypen für Forschungsprojekte [8]) befinden und daher noch nicht regelmäßig im häuslichen Umfeld eingesetzt werden können. Bereits erprobte und einsetzbare Endgerätestammen vor allem aus dem Telemedizinbereich zur Erfassung von Vitalparametern, wie z. B. der Messung von Blutdruckwerten. Diese technischen Endgeräte nutzen zumeist proprietäre Datenformate und Standards zum Datenaustausch mit der dahinter liegenden telemedizinischen Infrastruktur, weshalb sie häufig nicht interoperabel mit Endgeräten oder telemedizinischen Infrastrukturen anderer Anbieter sind [18]. Zum Datenaustausch zwischen Informationssystemen im Gesundheitswesen hat sich HL7 [19] als internationaler Standard etabliert. Im Kontext des AAL strebt die Continua Health Alliance (CHA, [20]) eine Standardisierung der Kommunikation zwischen technischen Endgeräten an.

## 2.3 Anforderungen an die Ressourcenmodellierung in Pflegedienstleistungsmodellen

Im Folgenden werden auf Basis des vorgestellten Anwendungsfalls und der Charakterisierung des Einsatzes von AAL-basierter Technologien in der Pflege verschiedene Anforderungen an die Modellierung von Ressourcen, die in Pflegedienstleistungen zum Einsatz kommen, abgeleitet. Diese sollte ein Ansatz zur Modellierung von Ressourcen in Pflegedienstleistungsmodellen erfüllen. Die Anforderungen werden in Anlehnung an Jung ([21]) anhand der Ressourcentypen „Humanressourcen“ und „physische Ressourcen“ unterteilt. Die von Jung zusätzlich differenzierten intangiblen Ressourcen werden im Kontext der Anforderungen an die Ressourcenmodellierung in Pflegedienstleistungsmodellen nicht betrachtet.

### 2.3.1 Humanressourcen

Pflegedienstleistungen werden von verschiedenen Personengruppen erbracht, die über unterschiedliche jeweils spezifische Eigen-



schaften verfügen, die Einfluss auf die Qualität der Erbringung der Pflegedienstleistung haben können.

Anforderung 1: Ein Ansatz zur Modellierung von Pflegedienstleistungsprozessen soll Konzepte zur Modellierung von Humanressourcentypen, die Pflegedienstleistungen erbringen, bereitstellen. Da unterschiedliche Gruppen pflegender Personen identifiziert werden können, sollen diese konzeptuell erfasst werden. Die jeweiligen Personengruppen sollen über spezifische Eigenschaften verfügen, die im Kontext der Erbringung der Pflegedienstleistung relevant sind.

Eine differenzierte Beschreibung der Humanressourcen ermöglicht die Dokumentation spezifischer Eigenschaften der Humanressourcen und damit in der Folge die Durchführung differenzierter Analysen, z. B. hinsichtlich der Qualifikation der an der Pflegedienstleistung beteiligten Personen. Diese Personen setzen zur Erbringung von Pflegedienstleistungen vielfältige physische Ressourcen ein, die ebenfalls in Modellen von Pflegedienstleistungen erfasst werden können sollen. Korrespondierende Anforderungen, werden im folgenden Unterkapitel formuliert.

### 2.3.2 *Physische Ressourcen*

Aufgrund der Vielzahl im Rahmen von Pflegedienstleistungen einsetzbaren Ressourcen sowie vor dem Hintergrund des zuvor skizzierten Anwendungsfalls und der Charakterisierung des Einsatzes von AAL-basierten Technologien in der Pflege fokussieren die nachfolgenden Anforderungen einerseits AAL-basierte technische Endgeräte und andererseits Medikamente.

Die verschiedenen pflegenden Personengruppen können bei der Erbringung der Pflegedienstleistungen durch AAL-basierte telemedizinische Endgeräte unterstützt werden. Um diese Unterstützung in Pflegedienstleistungsmodellen abbilden zu können, werden korrespondierende Konzepte benötigt, die über gerätetypspezifische Eigenschaften verfügen.

Anforderung 2: Ein Ansatz zur Modellierung von Pflegedienstleistungen soll Konzepte zur Modellierung AAL-basierter telemedizinischer Endgerätetypen bereitstellen, die über im Kontext der Erbringung von Pflegedienstleistungen relevante Eigenschaften verfügen.

Durch die Abbildung endgerätetypspezifischer Eigenschaften und Schnittstellen können Entwurf und Betrieb telemedizinischer Infrastrukturen unterstützt werden, indem anhand korrespondierender Modelle z. B. benötigte Schnittstellen zum Auslesen der Messergebnisse sowie Datenbankschemata zur Speicherung und Analyse der Messergebnisse in einer telemedizinischen Infrastruktur analysiert werden können.

Im Rahmen der Erbringung der Pflegedienstleistungen werden bei Bedarf Medikamente verabreicht, um den Gesundheitszustand der pflegebedürftigen Person zu beeinflussen. Medikamente stellen damit einen im Kontext von Pflegedienstleistungen relevanten Ressourcentyp dar.

Anforderung 3: Ein Ansatz zur Modellierung von Pflegedienstleistungen soll ein Konzept zur Modellierung von Medikamententypen bereitstellen, das die wesentlichen Eigenschaften von Medikamenten enthalten soll, die im Kontext der Erbringung der Pflegedienstleistung relevant sind.

Durch die Zuordnung von Medikamenten zu Pflegedienstleistungen kann ihre korrekte Einnahme unterstützt und somit ein Beitrag zur Steigerung der Therapietreue geleistet werden. Gleichzeitig kann, sofern verschiedene Medikamententypen einer Pflege-

dienstleistung zugeordnet werden und bei entsprechender Informationsverfügbarkeit im Modell, analysiert werden, ob zwischen den zugeordneten Medikamententypen bekannte Wechselwirkungen bestehen. Damit kann ein Beitrag zur Steigerung der Therapiesicherheit geleistet werden indem z. B. kompensatorische oder additive Wechselwirkungen erkannt werden. Darüber hinaus kann, bei Integration einer elektronischen Pflegeakte in die Pflegedienstleistung, überprüft werden, ob bei der pflegebedürftigen Person eine Wirkstoffunverträglichkeit bekannt ist, die zu einer Kontraindikation der Medikamenteneinnahme führen kann.

Die zuvor aufgestellten Anforderungen dienen als Grundlage der Evaluation der im folgenden Kapitel vorgestellten Ansätze, die grundsätzlich zur Modellierung von Pflegedienstleistungsprozessen eingesetzt werden können, bezüglich ihrer Unterstützung der Modellierung domänenspezifischer Ressourcen.

## 3. **State of the Art**

Zur Modellierung von Pflegedienstleistungen können verschiedene Prozessmodellierungsansätze verwendet werden. Beispielfhaft seien die Business Process Model and Notation (BPMN, [22]), ARIS Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK, [23]), die MEMO Organisation Modelling Language (OrgML, [9, 24]), UML Aktivitätsdiagramme ([25]), UML Sequenzdiagramme ([25]), und Flussdiagramme genannt [26, 27]. Bislang hat sich dazu weder ein einheitlicher Standard etabliert noch ein Best Practice Ansatz entwickelt, da die Modellierung im Sinne der Erfassung und Dokumentation der Pflegeprozesse in vielen Pflegeeinrichtungen auf Pflegeplanung und -dokumentation reduziert wird. Nachfolgend werden die vorgenannten Ansätze hinsichtlich ihrer grundlegenden Konzepte zur Modellierung von Prozessen und vor dem Hintergrund der in Kapitel 2.3.1 und 2.3.2 formulierten Anforderungen zur Modellierung von Ressourcen im Kontext von Pflegedienstleistungen, evaluiert.

Die BPMN stellt die Kontrollflüsse eines Akteurs den Nachrichtenflüssen gegenüber. Somit wird neben dem eigentlichen Prozess auch ein externer Einfluss berücksichtigt. Humanressourcen lassen sich als Attributerweiterung zu den Elementen (z. B. Aktivitäten) der BPMN hinzufügen. Des Weiteren lassen sich die Ressourcen in Pools und Lanes visualisieren. Allerdings kann mit der Verwendung einer zunehmenden Anzahl von Pools und Lanes die Übersichtlichkeit des erstellten Modells abnehmen, da für jede Ressource ein eigener Pool bzw. eine eigene Lane verwendet werden muss.

ARIS EPK ermöglichen die Modellierung zeitlicher und sachlogischer Reihenfolgebeziehungen und stellen dazu die Konzepte Funktion, Ereignis und Prozessschnittstelle bereit [23]. Der Kontrollfluss wird über gerichtete Kanten visualisiert und durch logische Operatoren gesteuert. Erweiterte EPK (eEPK, [28]) stellen außerdem die Konzepte Organisationseinheit und Informationsobjekt zur Verfügung. Humanressourcen können indirekt über Organisationseinheiten zu einer Funktion zugeordnet werden. Allerdings ermöglicht diese Art der Ressourcenmodellierung keine spezifische Differenzierung zwischen Humanressourcen und physischen Ressourcen.

Die Methode zur multiperspektivischen Unternehmensmodellierung (MEMO) besteht aus einer Reihe visueller Modellierungssprachen sowie zugehörige Vorgehensmodelle ([29]). Zur Modellierung der Aufbau- und Ablauforganisation stellt die Organisation Modelling Language (OrgML, [9]) Konzepte zur Modellierung von Geschäftsprozessen und Organisationsstrukturen bereit. Zur Prozessmodellierung stellt sie verschiedene Prozessstypen, deren

Abstraktionen sich am Automatisierungsgrad von Geschäftsprozessen orientieren, sowie verschiedene Ereignistypen, bereit ([9]). Zur Modellierung von Ressourcen stellt MEMO die Resource Modelling Language (ResML, [21]) bereit, die auch die Allokation von Ressourcentypen zu Prozesstypen ermöglicht. Die grundlegende Differenzierung der Ressourcentypen erfolgt über die Konzepte Humanresource, physische Ressource und immaterielle Ressource. Durch die Verwendung MEMO Meta Modeling Language (MML, [30]), die zur Spezifikation aller in der Methode MEMO enthaltenen Modellierungssprachen verwendet worden ist, wird die Integration neu entwickelter oder erweiterter Modellierungssprachen in MEMO unterstützt. Zur Erstellung von Modellen mit Sprachen der Methode MEMO sowie zur Spezifikation von Spracherweiterungen oder neuen Modellierungssprachen steht das Modellierungswerkzeug MEMOCenterNG ([31]) zur Verfügung. Domänenspezifische Prozess- oder Ressourcentypen zur Modellierung von Pflegedienstleistungen existieren in MEMO bisher nicht.

Im Gegensatz zu Sequenzdiagrammen visualisieren UML Aktivitätsdiagramme nicht nur die Datenflüsse zwischen den beteiligten Akteuren sondern auch den Kontrollfluss zwischen Aktivitäten und Aktionen. Folglich können mit UML Aktivitätsdiagrammen komplexere Abläufe modelliert werden. Human- und physische Ressourcen können mittels Swimlanes modelliert werden.

Flussdiagramme visualisieren eine Abfolge von Tätigkeiten. Ihre grundlegende Notation ist in der DIN 66001 spezifiziert und verfügt u. A. über Konzepte zur Visualisierung von Grenzpunkten (Oval), Operationen (Rechteck) und Verzweigungen (Raute) [32]. Der Kontrollfluss wird über gerichtete Kanten visualisiert. Konzepte zur Visualisierung von Ressourcen werden nicht spezifiziert. In der Praxis haben sich teilweise Abweichungen und Erweiterungen von dieser Norm entwickelt, bei der Ressourcen durch Swimlanes visualisiert werden können.

Dediziert auf die Beschreibung von Ressourcen gerichtet ist das Resource Description Framework (RDF), dass den maschinellen Datenaustausch von Metadaten im Internet ermöglicht [33]. Jede Ressource wird mittels Uniform Resource Identifier (URI) eindeutig identifiziert. Einer Ressource wird über eine Beziehung eine Eigenschaft zugeordnet, wobei eine Eigenschaft wiederum eine Ressource sein kann. Das Tripel (Ressource, Beziehung, Eigenschaft) wird mit der Extensible Markup Language (XML) beschrieben. RDF umfasst ein allgemeines Vokabular, das domänenspezifisch, optimaler Weise mittels RDF Schema, erweitert werden kann. Eine Anpassung für die betrachtete Domäne existiert nach Kenntnis der Autoren nicht.

Zur Modellierung von Pflegedienstleistungsprozessen eignen sich die Ansätze BPMN, ARIS EPK und MEMO besser als UML Sequenzdiagramme, UML Aktivitätsdiagramme und Flussdiagramme, da die vorgenannten Ansätze dediziert zur Modellierung von (Geschäfts)Prozessen entwickelt worden sind und daher über dediziert darauf gerichtete Modellierungskonzepte verfügen. Allen Ansätzen ist gemein, dass sie zwar über mehr oder weniger laborierte Konzepte zur Modellierung von Ressourcen verfügen, jedoch verfügt bisher kein Ansatz über domänenspezifische Ressourcenkonzepte im Kontext von Pflegedienstleistungen. Grundsätzlich verfügen alle Ansätze, bis auf Flussdiagramme, über dedizierte, mehr oder weniger laborierte, Erweiterungsmöglichkeiten. Der Ansatz RDF verfügt ebenfalls nicht über domänenspezifische Modellierungskonzepte für Ressourcen in Pflegeprozessen und ist bisher mit keinem der vorgenannten Ansätze zur Prozessmodellierung integriert. Daher wird im folgenden Kapitel ein

Vorschlag zur Erweiterung der MEMO ResML um pflegebezogene Ressourcentypen vorgestellt.

#### 4. Spracherweiterung der MEMO ResML um pflegebezogene Ressourcentypen

Das Ressourcenpflegemodell wird auf Basis der Ressourcenmodellierungssprache MEMO ResML ([21]) entwickelt. Analog zur Differenzierung der Anforderungen anhand der Klassifikation elementarer Ressourcentypen der MEMO ResML werden auch die Vorschläge zur Adressierung der Anforderungen anhand dieser Klassifikation differenziert. Abbildung 3 verdeutlicht diese Differenzierung anhand eines vereinfachten Metamodellausschnittes aus der MEMO ResML in der Notation der MEMO MML ([30]), die auch zur Modellierung der folgenden Metamodellausschnitte in diesem Kapitel verwendet wird. Zu sehen ist der abstrakte, d. h. auf Typebene nicht instanzierbare, Metatyp `AbstractResource`, der über die Attribute `name : String` und `description : String` zur Erfassung des Ressourcennamens und einer Ressourcenbeschreibung. Die abstrakten Metatypen `ElementaryResource` und `CompositeResource`, der aus Gründen der Übersichtlichkeit, da er in diesem Beitrag nicht benötigt wird, nicht im Metamodellausschnitt enthalten ist, werden aus `AbstractResource` spezialisiert, d. h. sie erben die Attribute des abstrakten Metatyps `AbstractResource`. Der abstrakte Metatyp `ElementaryResource` verfügt über das Attribut `potentialUnitOfAllocation : Unit`, das zur Angabe einer möglichen (physikalischen) Einheit der Allokationsbeziehung einer elementaren Ressource zur einem Prozess, z. B. in Form der Zeiteinheit „Minute“ oder der Mengenangabe „Stück“, dient ([21], S. 134).

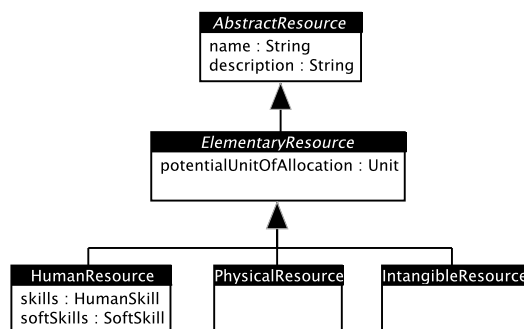


Abbildung 3: Metamodellausschnitt ausgewählter Ressourcentypen (in Anlehnung an [21], S. 234)

Aus dem abstrakten Metatyp `ElementaryResource` werden die Metatypen `HumanResource`, `PhysicalResource` und `IntangibleResource` spezialisiert. Zur Erfassung von Qualifikationen enthält der Metatyp `HumanResource` die komplexen Attribute `skills : HumanSkill` und `softSkills : SoftSkills`. Die Metatypen `PhysicalResource` und `IntangibleResource` verfügen über keine eigenen Attribute, werden aber in [21] in weitere physische bzw. intangible Ressourcentypen mit jeweils weiteren Attributen, z. B. `TransportationResource` bzw. `IntellectualProperty` spezialisiert, auf die hier jedoch nicht weiter eingegangen werden soll, da sie im vorliegenden Kontext nicht relevant sind. Aus produktionstheoretischer Sicht können Humanressourcen und AAL-basierte telemedizinische Endgeräte als Gebrauchsressourcen bzw. Potentialfaktoren und Medikamente als Verbrauchsressourcen bzw. Repetierfaktoren eingeordnet werden ([34], S. 4ff.; [21], 32ff.). Diese Einordnung kann auch auf in Dienstleistungsprozessen eingesetzte Ressourcen angewendet werden [35]. Auf die Entwicklung der

vorgeschlagenen Spracherweiterungen hat diese Einordnung jedoch keinen Einfluss.

In Anlehnung an die Aufteilung der Anforderungen in Kapitel 2.3 wird zunächst die Modellierung von Humanressourcen thematisiert (Kapitel 4.1), bevor in Kapitel 4.2 die Modellierung physischer Ressourcen thematisiert wird.

## 4.1 Humanressourcen

Zur Adressierung der ersten Anforderung, Konzepte zur Modellierung von Humanressourcentypen bereitzustellen, die über spezifische, im Kontext der Erbringung von Pflegedienstleistungen relevante, Eigenschaften verfügen und die gleichzeitig eine Differenzierung der Konzepte ermöglichen, wird das Konzept HumanResource der MEMO ResML erweitert. Abbildung 4 zeigt den korrespondierenden Metamodellausschnitt. Der Metatyp NurturingPerson wird aus HumanResource spezialisiert und verfügt über pflegespezifische Attribute, die an alle aus diesem spezialisierten Metatypen vererbt werden. Die Attribute dienen der Erfassung allgemeiner Informationen: Das Attribut isAuthorised : Boolean zeigt an, ob eine pflegende Person (NurturingPerson) bevollmächtigt ist, Entscheidungen im Namen der pflegebedürftigen Person zu treffen, wenn diese dazu nicht mehr selbstständig in der Lage ist. Das Attribut hasLatchkey : Boolean zeigt an, ob eine pflegende Person über einen Haustürschlüssel verfügt, der es ihr ermöglicht, sich selbstständig Zutritt zum häuslichen Umfeld der pflegebedürftigen Person zu verschaffen. Diese Information ist insb. dann wichtig, wenn die pflegebedürftige Person nicht mehr selbstständig die Haus- bzw. Wohnungstür öffnen kann. Die Attribute isNurturingSince : Date und isNurturingUntil : Date können zur Erfassung des Zeitraums, in dem die pflegende Person Pflegedienstleistungen erbringt, genutzt werden. Die Modellierung des durchschnittlichen zeitlichen Einsatzes der Humanressource im Pflegeprozess erfolgt durch die Verwendung einer temporalen Allokation ([21], S. 163) der Humanressource zum Pflegeprozess. Das Attribut isFemale : Boolean dient zur Erfassung des Geschlechtes der pflegenden Person, da pflegebedürftige Personen häufig diesbezüglich eine Präferenz haben. Wird diese in einer elektronischen Pflegeakte dokumentiert, die mit der telemedizinischen Infrastruktur, in der das Pflegedienstleistungsmodell hinterlegt ist, integriert, kann die Präferenz automatisiert mit den eingeplanten pflegenden Personen abgeglichen werden. Bei diesem Attribut handelt es sich um ein sog. Intrinsic Feature ([30], S. 17ff.), d. h. dieses kann nicht auf der Typ-, sondern erst auf der Instanzebene instanziiert werden.

Das Konzept NurturingPerson dient der Modellierung pflegender Personen und stellt alle für die Personengruppe der Laienpfleger benötigten Attribute bereit. Es wird in die Metatypen ProfessionalCaregiver (professioneller Pfleger) und Physician (Arzt) spezialisiert, die jeweils über zusätzliche Attribute zur Angabe der Position innerhalb des Pflegedienstes (positionOfCaregiver : String) bzw. mit dem Attribut visitsAtHome : Boolean zur Angabe, ob ein Arzt Hausbesuche durchführt, verfügen. Alternativ könnte das Attribut positionOfCare auch als Rolle in einem Organigramm realisiert werden. Da im vorliegenden Beitrag die Ressourcenmodellierung fokussiert wird, ist es jedoch als Attribut des Metatyps der Ressource realisiert worden.

Informationen zur Erreichbarkeit pflegender Personen sind im Rahmen von Pflegedienstleistungsmodellen hilfreich, wenn Informationen ausgetauscht oder auf unerwartete Ereignisse, z. B. einen rapide verschlechterten Gesundheitszustand der pflegebedürftigen Person reagiert werden muss. Auch in anderen Kontex-

ten kann die Bereithaltung optional anzugebender Kontaktinformationen von Humanressourcen relevant sein, weshalb der Meta-

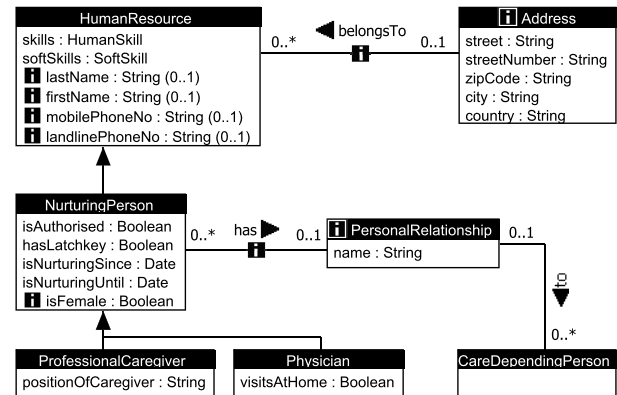


Abbildung 4: Metamodellausschnitt der Spracherweiterung des Metatyps HumanResource

typ HumanResource um intrinsische Attribute zur Erfassung persönlicher Informationen erweitert worden ist. Zusätzlich ist der intrinsische Metatyp Address eingeführt worden, um Adressdaten erfassen zu können. Die Konzeptualisierung als eigener Metatyp ist sinnvoll, weil mehrere Instanzen unter derselben Adresse erreichbar sein können. Assoziationen zu intrinsischen Metatypen sind ebenfalls intrinsisch, da diese ebenfalls nur auf Instanzebene instanziiert werden können. Zusätzlich zeigt der Metamodellausschnitt den Metatyp CareDependingPerson, der zur Modellierung der pflegebedürftigen Person genutzt werden kann (auf die Angabe der zugehörigen Attribute wird an dieser Stelle verzichtet, da sie im vorliegenden Kontext nicht relevant sind). Die pflegebedürftige Person wird i. d. R. bereits über eine elektronische Pflegeakte abgebildet. Zur Angabe einer evtl. existierenden persönlichen Beziehung zwischen pflegender und pflegebedürftiger Person, z. B. in Form einer Verwandtschafts- oder Freundschaftsbeziehung, ist dieser Metatyp jedoch notwendig. Die Modellierung dieser persönlichen Beziehung wird durch den intrinsischen Metatyp PersonalRelationship, der über das Attribut name : String zur Angabe der Ausprägung der Beziehung verfügt, ermöglicht.

Zur Modellierung der Qualifikationen pflegender Personen kann auf das von Jung ([21], S. 135ff) entwickelte Konzept HumanSkill (Abbildung 5) zurückgegriffen werden. Die Spezifikation pflegespezifischer Qualifikationen sollte als Referenzmodell erfolgen. Die detaillierte Spezifikation als Referenzmodell fördert hier und bei den in den folgenden Metamodellausschnitten verwendeten Enumerationen die Flexibilität der Sprachanwendung durch zusätzliche Spezifikationen auf der Typebene.

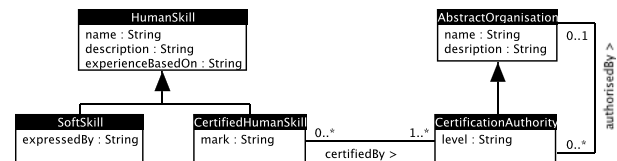


Abbildung 5: Fähigkeiten von Humanressourcen ([21], S. 136)

Der Metamodellausschnitt zeigt das Konzept HumanSkill, dass in die Konzepte SoftSkill und CertifiedSkill spezialisiert worden ist. Zertifizierte Fähigkeiten können von einer Zertifizierungsstelle bestätigt werden. Zertifizierungsstellen können von einer anderen Organisation (AbstractOrganisation) autorisiert werden.

## 4.2 Physische Ressourcen

Zur Adressierung der zweiten und dritten Anforderung, der Bereitstellung von Konzepten zur Modellierung AAL-basierter telemedizinischer Endgerätetypen, die im Kontext der Erbringung von Pflegedienstleistungen über relevante Eigenschaften verfügen, bzw. von Konzepten zur Modellierung von Medikamenten inkl. ihrer im Kontext der Erbringung von Pflegedienstleistungen relevanten Eigenschaften, werden Spezialisierungen des Konzeptes *PhysicalResource* (vgl. Abbildung 3) vorgeschlagen. Zur Erbringung von Pflegedienstleistungen kann eine Vielzahl unterschiedlicher AAL-basierter telemedizinischer Endgerätetypen eingesetzt werden. Vor dem Hintergrund des vorgestellten Anwendungsfalls werden stellvertretend telemedizinische Endgerätetypen zur Erfassung von Vitalparametern betrachtet. Weitere Endgerätetypen können zu einem späteren Zeitpunkt durch entsprechende Erweiterungen in das Metamodell der MEMO ResML hinzugefügt werden. Neben telemedizinischen Endgerätetypen existieren weitere physische Gebrauchsressourcen, z. B. Rollatoren, die hier ebenfalls nicht im Fokus stehen. Nachfolgend wird zunächst Anforderung 2 adressiert (Kapitel 4.2.1), bevor in Kapitel 4.2.2 die Realisierung von Anforderung 3 thematisiert wird.

### 4.2.1 Telemedizinische Endgeräte zur Erfassung von Vitalparametern

Die Continua Health Alliance (CHA, [20]) treibt die Standardisierung der Kommunikation zwischen telemedizinischen Endgeräten und telemedizinischen Infrastrukturen voran, um unterschiedliche Endgeräte verschiedener Hersteller gemeinsam in einer telemedizinischen Infrastruktur verwenden zu können. Zur Standardisierung telemedizinischer Endgeräte liegt mit der Normenfamilie ISO/IEEE 11073 ([36]) ein erster Entwurf vor, auf deren Basis telemedizinische Endgerätetypen zur Erfassung von Vitalparametern in einem Metamodell rekonstruiert werden. Zur Rekonstruktion sind die nachfolgend genannten telemedizinischen Endgerätetypen ausgewählt worden:

- Herzfrequenzmessgerät
- Herz-Kreislauf-Fitness- und Aktivitätsmessgerät
- Blutdruckmessgerät
- Waage

Details zur Geräteklassifizierung finden sich in [20, 36]. Neben den ausgewählten telemedizinischen Endgerätetypen sind weitere spezifiziert, z. B. Thermometer und Oximeter, die hier jedoch nicht näher betrachtet werden. Bevor die korrespondierende Spracherweiterung vorgestellt wird, werden kurz die Aufgaben der ausgewählten telemedizinischen Endgerätetypen vorgestellt: Mit einem Herzfrequenzmesser wird die Pulsfrequenz einer Person gemessen. Der Puls wird zur Bewertung des Allgemeinzustandes, z. B. bei einer bekannten koronaren Herzerkrankung, herangezogen. Der Herz-Kreislauf-Fitness- und Aktivitätsmonitor überwacht (pflegebedürftige) Personen bei alltäglichen Aktivitäten und bietet die Möglichkeit einer detaillierten Verlaufskontrolle unter Berücksichtigung von Belastungen, die aus körperlichen Aktivitäten dieser Person resultieren. Ein Blutdruckmessgerät misst den Blutdruck und damit die Belastungen des Herz-Kreislaufsystems zum jeweiligen Zeitpunkt. Die Messungen können im zeitlichen Verlauf Indizien für die Belastung der pflegebedürftigen Person liefern. Mit der Waage lassen sich Schwankungen des Körpergewichtes ermitteln, die vor allem bei Wassereinsparungen bzw. -ausschwümmungen häufig auftreten.

Abbildung 6 zeigt den Metamodellausschnitt der Spracherweiterung zur Modellierung telemedizinischer Endgerätetypen als Spezialisierung des Metatyps *PhysicalResource*. Jedes *TelemedicalDevice* (telemedizinisches Endgerät) verfügt über die Attribute *productName* : String, *objectID* : String, *certified* : Boolean und *certifiedUntil* : Date zur Modellierung des Produktnamens, der Objekt-ID des Endgerätetyps sowie der Tatsache, ob (Boolean) und bis wann (Date) der Endgerätetyp zertifiziert ist.

Der Metatyp wird nicht als abstrakter Metatyp modelliert, da so auch mit diesem Metamodellausschnitt weitere, bisher nicht als eigene Spezialisierung modellierte Endgerätetypen modelliert werden können. Diesen fehlen dann jedoch endgerätetypische Attribute, wie sie die Spezialisierungen des Metatyps *TelemedicalDevice* aufweisen. Bei den Spezialisierungen des Metatyps *TelemedicalDevice* handelt es sich um die zuvor ausgewählten telemedizinischen Endgerätetypen *HeartRateMD* (Herzfrequenzmessgerät), *CardiovascularFitnessMD* (Herz-Kreislauf-Fitness-Messgerät), *BloodPressureMD* (Blutdruckmessgerät) und *WeighingMachine* (Waage). Das Akronym MD steht dabei jeweils für *Measuring Device*.

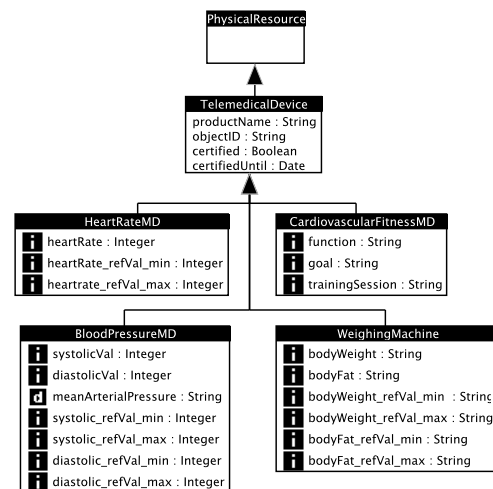


Abbildung 6: Metamodell der Spracherweiterung des Metatyps *PhysicalResource*: *TelemedicalDevice*

Nachfolgend werden die Konzepte *HeartRateMD* und *BloodPressureMD* stellvertretend für die spezialisierten telemedizinischen Endgerätetypen beschrieben. Das intrinsische Attribut *heartRate* : Integer dient der Erfassung der gemessenen Herzfrequenz. Die intrinsischen Attribute *heartRate\_refVal\_min* : Integer und *heartRate\_refVal\_max* : Integer dienen zur Speicherung eines definierten minimalen bzw. maximalen Herzfrequenzreferenzwertes. Die Kombination dieser Attribute ermöglicht eine Auswertung des Messergebnisses bereits im Herzfrequenzmessgerät ohne eine Interaktion mit der telemedizinischen Infrastruktur, z. B. zum Zugriff auf eine elektronische Pflegeakte, zu erfordern. Dies beschleunigt einerseits die Auswertung und gewährleistet diese andererseits auch an Orten ohne eine im Hintergrund verfügbare telemedizinische Infrastruktur. Der Metatyp *BloodPressureMD* verfügt über die intrinsischen Attribute *systolicVal* : Integer und *diastolicVal* : Integer zur Erfassung der Messwerte des systolischen bzw. diastolischen Blutdruckes. Das derived Attribut *medianVal* : Integer dient der Erfassung des mittleren arteriellen Blutdrucks (MAD), der sich aus dem systolischen und dem diastoli-

schen Messwert ableiten lässt. Die Regel zur Ableitung des Wertes lautet (angepasst an die modellierten Attribute):

$$\text{MAD} = \text{diastolicVal} + \frac{1}{3} (\text{systolicVal} - \text{diastolicVal})$$

Zur Erfassung der minimalen und maximalen Referenzwerte des systolischen bzw. diastolischen Blutdrucks stehen die Attribute `systolic_refVal_min` : Integer und `systolic_refVal_max` : Integer bzw. `diastolic_refVal_min` : Integer und `diastolic_refVal_max` : Integer zur Verfügung, die analog zu den im Herzfrequenzmessgerät gespeicherten Referenzwerten zur Auswertung der Messergebnisse des Blutdruckmessgerätes dienen.

#### 4.2.2 Medikamente

Medikamente werden zur Beeinflussung des Gesundheitszustandes der sie einnehmenden Person eingesetzt. Im Rahmen der Erbringung von Pflegedienstleistungen werden sie von Pflegedienstleistern gestellt, d. h. für die Einnahme durch die pflegebedürftige Person individuell vorbereitet und ggf. auch durch Pflegedienstleister verabreicht, wenn die pflegebedürftige Person diese nicht selbstständig einnehmen kann. Zur Beschreibung von Medikamenten stehen umfassende Informationen (z. B. Wirkstoff, Einnahmehinweise, Wechselwirkungen usw.) zur Verfügung. Es erscheint jedoch nicht sinnvoll alle verfügbaren Informationen, z. B. aus der Roten Liste® [37], in einem Modellierungskonzept abzubilden. Der nachfolgende Vorschlag basiert auf dem Expertenstandard des medizinischen Dienstes der Krankenkassen (MDK) zur Überprüfung des Medikamentenmanagements in der stationären und ambulanten Pflege. Im Rahmen der Überprüfung wird die Pflegedokumentation auf Vollständigkeit der Angaben zu Wirkstoff, Applikationsform, Name, Dosierung, Einnahmehäufigkeit, tageszeitliche Zuordnung, korrekte Festlegung der Bedarfsmedikation und Lagerungshinweisen überprüft [23]. Folglich sollten diese Informationen in einem Konzept zur Modellierung von Medikamenten erfasst werden können, um die Analyse von Pflegedienstleistungsmodellen hinsichtlich des Medikamentenmanagements zu unterstützen. Abbildung 7 zeigt den korrespondierenden Metatyp, der außerdem über das Attribut `pharmaceuticalCentralNumber` : String zur der Erfassung der Pharmazentralnummer, einer in der Bundesrepublik Deutschland von der Informationsstelle für Arzneispezialitäten [38] vergebenen Identifikationsnummer für Arzneimittel und apothekenübliche Waren, verfügt. Diese ist auch in Österreich gültig, dort jedoch in die European Article Number (EAN) integriert. Ein korrespondierendes Attribut zur Erfassung der EAN wird dem Metatyp `Medicine` jedoch nicht hinzugefügt, da es eher in den Bereich der Produktmodellierung einzuordnen ist. Das Attribut `agent` : String dient der Speicherung des Medikamentenwirkstoffes im Klartext und ermöglicht in Verbindung mit einer elektronischen Pflegeakte die Analyse des Pflegedienstleistungsmodells hinsichtlich möglicher Arzneimittelunverträglichkeiten der pflegebedürftigen Person, um so unerwünschten Arzneimittelereignissen vorzubeugen. Im Attribut `prescribedDailyDose` : String können Informationen zur verordneten Tagesdosierung, z. B. in der Form „250 mg“, erfasst werden. Angaben zur Einnahmehäufigkeit des Medikamentes können im Attribut `takingsPerDay` : Integer, z. B. in Form der Zahl 3, gespeichert werden. Das Attribut `timeOfDayAssignment` : `TimeOfDayEnumeration` dient der Erfassung der tageszeitlichen Zuordnung des Medikamentes. Die Enumeration kann durch ein Referenzmodell, dass z. B. die Ausprägungen „in the morning“, „at noon“, „in the evenings“ und „at night“ enthält, spezifiziert werden. Ergänzend dazu verfügt das `timeOfDayAssignmentAddition` : `TimeOfDayAssignmentAdditionEnumeration` über die Möglichkeit zur Angabe ergänzender Einnahmehinweise. Das Attribut

`pharmaceuticalForm` : `PharmaceuticalFormEnumeration` kann die Darreichungsart des Medikamentes erfassen. Ein korrespondierendes Referenzmodell kann z. B. die Einträge „tablet“, „infusion“, „liquid“ usw., enthalten. Das Attribut `storingAdvice` : `StoringAdviceEnumeration` kann Informationen zur Lagerung, z. B. „dark“, „cool“, „dry“ usw., erfassen. Das Attribut `acuteMedication` : String dient der Erfassung von Hinweisen zur Bedarfsmedikation, z. B. bei signifikant erhöhten Blutdruckwerten.

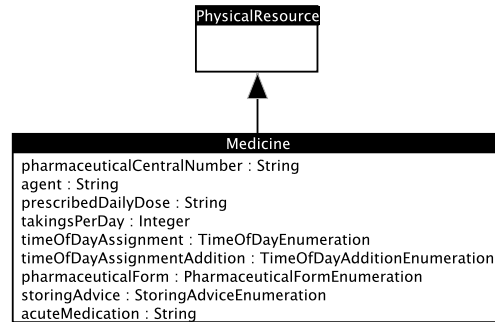


Abbildung 7: Metamodellausschnitt der Spracherweiterung des Metatyps `PhysicalResource`: `Medicine`

### 5. Exemplarische Anwendung

Im Folgenden wird das Pflegedienstleistungsmodell aus Kapitel 2.1 wieder aufgegriffen und veranschaulicht die Anwendung der vorgeschlagenen Spracherweiterungen exemplarisch. Dazu werden zunächst die in Abbildung 8 visualisierten prototypischen Notationselemente zur grafischen Repräsentation der spezifizierten Spracherweiterungen vorgestellt. Das linke Notationselement symbolisiert eine Person und steht stellvertretend für alle aus dem Metatyp `HumanResource` spezialisierten Metatypen. Die Entwicklung korrespondierender Notationselemente zu den jeweils spezialisierten Metatypen stellt eine sinnvolle Ergänzung der Spracherweiterung dar, um die Metatypdifferenzierung auch auf Typebene visuell nachvollziehen zu können. Das mittlere Notationselement symbolisiert die Bedienungsschnittstelle eines telemedizinischen Endgerätes und steht stellvertretend für alle aus dem Metatyp `PhysicalResource` spezialisierten telemedizinischen Endgerätetypen. Auch hier stellt die Entwicklung korrespondierender Notationselemente analog zur vorgenannten Spezialisierung eine sinnvolle Ergänzung der Spracherweiterung dar. Das rechte Notationselement kombiniert verschiedene Darreichungsformen von Medikamenten und dient zur Visualisierung des Metatyps `Medicine`. Da hierzu keine weiteren Spezialisierungen vorgenommen worden sind, werden auch keine zusätzlichen Notationselemente benötigt. Der jeweilige Bezeichner der Notationselemente wird einheitlich unterhalb des Notationselementes angebracht (siehe < Bezeichner > in Abbildung 8 ).

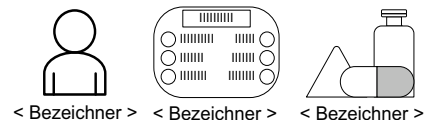


Abbildung 8: Prototypische Notationselemente der Spracherweiterungen

Abbildung 9 zeigt das bereits aus Abbildung 1 bekannte Pflegedienstleistungsmodell, das um die entwickelten Konzepte zur Modellierung von Ressourcentypen in Pflegedienstleistungspro-



zessen angereichert worden ist. Dem Prozess Blutdruckmessung durchführen sind die Ressourcentypen Pfleger und Blutdruckmessgerät, abgekürzt als BDMG, zugeordnet. Den Prozessen Blutdruck medikamentös erhöhen bzw. Blutdruck medikamentös senken sind ein Pfleger und ein Blutdruck senkendes Medikament zugeordnet. Dem Prozess Messwerte in die Pflegedokumentation eintragen ist der Ressourcentyp Pfleger zugeordnet.

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag sind ausgewählte Spracherweiterungen zur Modellierung von Ressourcentypen in Pflegedienstleistungsmodellen vorgestellt worden. Der Entwurf ist durch aus Pflegedienstleistungen und dem demographischen Wandel resultierenden Herausforderungen motiviert worden. Aus der Motivation sind Anforderungen abgeleitet worden, deren Erfüllung nachfolgend evaluiert werden soll. In Anforderung 1 sind Konzepte zur Modellierung von Humanressourcen gefordert worden, die über im Kontext relevante Attribute verfügen sollen. Eine entsprechende Spracherweiterung ist in Kapitel 4.1 vorgestellt und exemplarisch angewendet worden. Die Entwicklung eines Referenzmodells pflegespezifischer Qualifikationen steht noch aus und stellt somit einen zukünftigen Forschungsgegenstand dar. In Anforderung 2 sind Konzepte zur Modellierung AAL-basierter telemedizinischer Endgerätetypen, die über im Kontext relevante Eigenschaften verfügen sollen, gefordert worden. Diese Anforderung ist durch die in Kapitel 4.2.1 vorgestellte Spracherweiterung nur teilweise erfüllt worden, weil diese nur AAL-basierte telemedizinische Endgerätetypen zur Erfassung von Vitalparametern abdeckt und ist somit enger gefasst als die Anforderung. Außerdem muss davon ausgegangen werden, dass nicht alle AAL-basierten telemedizinischen Endgerätetypen, die zur Erfassung von Vitalparametern eingesetzt werden können, durch die Spracherweiterung konzeptualisiert worden sind. Hieraus resultieren zwei zukünftige Forschungsaufgaben: Erstens die Konzeptualisierung weiterer AAL-basierter telemedizinischer Endgeräte im Allgemeinen und zweitens solcher zur Erfassung von Vitalparametern im Speziellen. Darüber hinaus ist zu untersuchen, welche sonstigen (technischen und telemedizinischen) Ressourcentypen zur Modellierung in Pflegedienstleistungsmodellen bereitgestellt werden sollen. In Anforderung 3 wird ein Konzept zur Modellierung von Medikamenten gefordert, dass über im Kontext relevante Eigenschaften von Medikamenten verfügt. Die in Kapitel 4.2.2 eingeführte Spracherweiterung scheint diese Anforderung zu erfüllen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen, dass in Pflegedienstleistungsmodel-

len mehr als die vom MDK im Rahmen der Überprüfung des Medikamentenmanagements überprüften Informationen benötigt werden. In diesem Fall kann die Spracherweiterung entsprechend angepasst und erweitert werden.

Durch den mit der MEMO ResML und MEMO MML gewählten Ansatz können zusätzliche Spracherweiterungen, z. B. weitere Ressourcentypen, entworfen und in die Methode MEMO integriert werden. Hierbei ist in einem nächsten Schritt z. B. an medizinische bzw. pflegerische Dokumente wie medizinische Fallakte bzw. Pflegedokumentation, Rezept oder Überweisung zu denken. Die vorgestellten Spracherweiterungen können auch im Kontext der Modellierung klinischer Behandlungspfade, zu der bereits ein erster Anwendungsfall und ausgewählte Spracherweiterungen vorgestellt worden sind ([39]), wiederverwendet werden. Besonders vielversprechend erscheint hierzu das Konzept Medicine. Die Identifikation und Konzeptualisierung domänenspezifischer Ausnahmetypen stellt einen weiteren Forschungsgegenstand zur Erweiterung des existierenden Modellierungsansatzes dar, auf dessen Basis insb. Abweichungen von definierten Prozessen besser modelliert und damit für die Nutzer transparent gemacht werden können.

Hinsichtlich der Anschaulichkeit und Verständlichkeit der vorgeschlagenen Spracherweiterungen kann davon ausgegangen werden, dass diese auch von nicht mit der Modellierung vertrauten Personen, insb. aus der Domäne der Pflegedienstleistungen, aber auch dem Gesundheitswesen insgesamt, verstanden und angewendet werden können, da sich die Rekonstruktion der Konzepte an der domänenspezifischen Terminologie orientiert. Um Ressourcen erweiterte Pflegedienstleistungsmodelle können darüber hinaus zur Ableitung korrespondierender Workflow-Schemata genutzt werden, die durch eine telemedizinische Infrastruktur als Basis eines mobilen Workflowmanagements genutzt werden und durch gesteigerte Transparenz und Unterstützung der pflegenden Personen einen Beitrag zur Steigerung der Effizienz der Erbringung der Pflegedienstleistung leisten können.

## 7. REFERENCES

- [1] Särelä, A., et al. *IST VIVAGO© - an Intelligent Social and Remote Wellness Monitoring System for the Elderly*. in *Conference on Information Technology Applications in Biomedicine ITAB: The Institute of Electrical and Electronics Engineers*.
- [2] WHO, *Preventing chronic diseases : a vital investment : WHO global report*. 2005, World Health Organization.

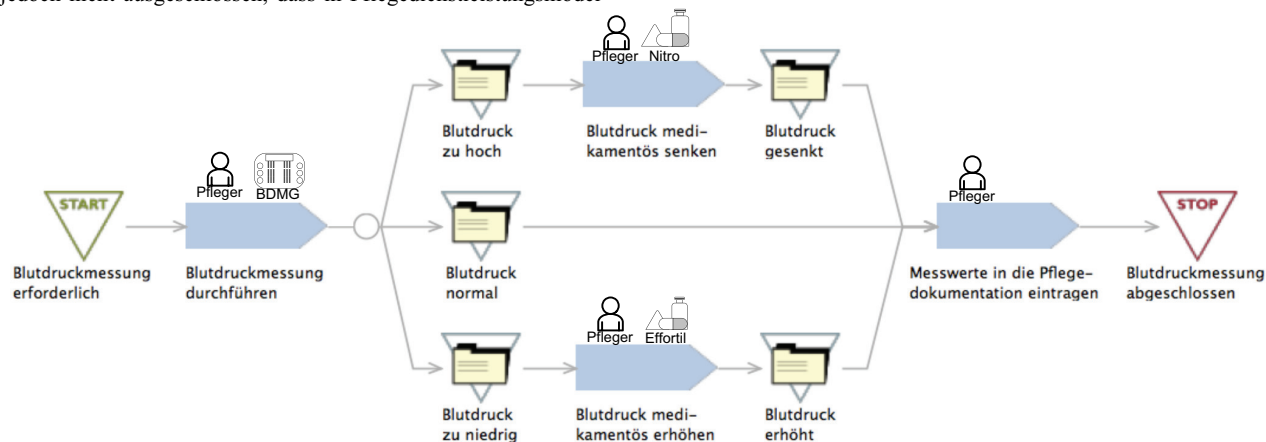


Abbildung 9: Vereinfachtes, um Ressourcen erweitertes, Modell der Durchführung einer ambulanten Blutdruckmessung

- [3] Holzhausen, M., *Multimorbidität im Alter: Lebensqualität multimorbider älterer Menschen. Konstruktion eines neuen individualisierten Messverfahrens*. 1 Auflage. 2009, Bern: Huber. 262.
- [4] Böhm, K., Tesch-Römer, C., und Ziese, T., *Gesundheit und Krankheit im Alter*. 1 Auflage. 2008, Berlin: Robert-Koch-Institut.
- [5] Bauer, R., *Personenbezogene soziale Dienstleistungen - Begriffe, Qualität und Zukunft*. 1 Auflage. 2001, Wiesbaden: Westdeutsche Verlag GmbH.
- [6] Beuerle, I. und Petter, S., *Sozialmanagement in Wohnungsunternehmen*. 2 Auflage, Hrsg. E. Mändle und Mändle, M. 2008, Hamburg: Hammonia-Verlag GmbH.
- [7] Löwel, H., *Koronare Herzkrankheit und akuter Myokardinfarkt*. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. 2006, Berlin: Robert-Koch-Inst.
- [8] BMBF, *Altersgerechte Assistenzsysteme für ein gesundes und unabhängiges Leben - AAL*. 2010 [letzter Abruf 10.08.2010]; <http://www.aal-deutschland.de/deutschland/bekanntmachung-altersgerechte-assistenzsysteme>.
- [9] Frank, U., *Multi-Perspective Enterprise Modeling (MEMO): Conceptual Framework and Modeling Languages*, in *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-35)*. 2002. S. 72-81.
- [10] Krohwinkel, M., *Fördernde Prozeßpflege - Konzepte, Verfahren und Erkenntnisse*. in *Erster internationaler Pflege theorienkongress Nürnberg*. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle.
- [11] Weidner, F., *Pflege und Unterstützung im Wohnumfeld - Innovationen für Menschen mit Pflegebedürftigkeit und Behinderung*. 2010, Hannover: Schlütersche.
- [12] Stefan, H., et al., *Einleitung*, in *Praxishandbuch Pflegeprozess*. 2006, Springer Vienna. S. 1-6.
- [13] o.V., *Ambient Assisted Living Initiative*. 2007 [letzter Abruf 10.08.2010]; <http://www.aal169.org>.
- [14] Heinze, R.G. und Ley, C., *Vernetztes Wohnen: Ausbreitung, Akzeptanz und nachhaltige Geschäftsmodelle*. 2009, in WIS F&B GmbH: Bochum.
- [15] Harmo, P., et al., *Needs and Solutions - Home Automation and Service Robots for the Elderly and Disabled*. in *Intelligent Robots and Systems* 2005.
- [16] Kirsch, C., et al., *Monitoring chronically ill patients using mobile technologies*. IBM Systems Journal, 2007. 46(1): S. 85-93.
- [17] Kröger-Brand, H.E., *Assisted-Living-Labor Kaiserslautern: Was ist, wenn die Gehhilfe umkippt?*, in *Deutsches Ärzteblatt*. 2009. S. A711-A712.
- [18] Wartena, F., Muskens, J., und Schmitt, L., *Continua: The Impact of a Personal Telehealth Ecosystem*. in *eHealth, Telemedicine, and Social Medicine*, 2009. eTELEMED '09. International Conference on.
- [19] o.V., *Health Level Seven International*. 2010 [letzter Abruf 12.08.2010]; <http://www.hl7.org/>.
- [20] o.V., *Continua Health Alliance*. 2010 [letzter Abruf 06.07.2010]; <http://www.continuaalliance.org>.
- [21] Jung, J.S., *Entwurf einer Sprache für die Modellierung von Ressourcen im Kontext der Geschäftsprozessmodellierung*. 2007, Berlin: Logos.
- [22] OMG, *Business Process Model and Notation (BPMN) 2.0 - Beta 1*. 2010 [letzter Abruf 10.08.2010]; <http://www.bpmn.org>.
- [23] Keller, G., Nüttgens, M., und Scheer, A.-W., *Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)*. 1992, Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität des Saarlandes: Saarbrücken.
- [24] Frank, U., *Multiperspektivische Unternehmensmodellierung. Theoretischer Hintergrund und Entwurf einer objekt-orientierten Entwicklungsumgebung*. 1994, München: Oldenbourg.
- [25] Rumbaugh, J., Jacobson, I., und Booch, G., *The unified modeling language reference manual*. 2005: Addison-Wesley.
- [26] Burlefing, S., et al., *Maßnahmen und Modelle zur Analyse von Dienstleistungsprozessen*, in *Veröffentlichung Nr. 1 des Arbeitskreises Dienstleistungsmanagement*. 2006: Saarbrücken.
- [27] Becker, J., et al., *Modellierung der hybriden Wertschöpfung: Eine Vergleichsstudie zu Modellierungstechniken*. 2010, WWU Münster: Münster.
- [28] Wilhelm, R., *Prozessorganisation*. 2 Auflage. 2007, München u.a.: Oldenbourg.
- [29] Frank, U., *MEMO: Visual Languages for Enterprise Modelling*. 1999.
- [30] Frank, U., *The MEMO Meta Modelling Language (MML) and Language Architecture*, in *ICB Research Report*. 2008, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik, Universität Duisburg-Essen: Essen.
- [31] Gulden, J. und Frank, U., *MEMOCenterNG. A full-featured modeling environment for organisation modeling and model-driven software development*, in *Proceedings of the 22nd International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE '10)*. 2010, Springer: Hammamet.
- [32] Bertoldi, N.v. und Bayer, J., *Programmablaufpläne (PAPs) und Struktogramme professionell erstellen kaufmännische Prüfungsaufgaben erfolgreich lösen*. 1 Auflage. 1993, Vaterstetten bei München: IWT-Verl.
- [33] o.V. (2004) *Resource Description Framework (RDF)*. [letzter Abruf 03.12.2010]; <http://www.w3.org/RDF>.
- [34] Corsten, H., *Produktionswirtschaft*. 10 Auflage. 2004, München: Oldenbourg.
- [35] Schantin, D., *Makromodellierung von Geschäftsprozessen kundenorientierte Prozessgestaltung durch Segmentierung und Kaskadierung*. 1 Auflage. 2004, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- [36] Clarke, M., *ISO/IEEE 11073 Personal Health Devices*. 2008 [letzter Abruf 11.08.2010]; [http://person.hst.aau.dk/ska/MIE2008/ParalleSessions/PresentationsForDownloads/Mon-1530/Sta-30\\_Clarke.pdf](http://person.hst.aau.dk/ska/MIE2008/ParalleSessions/PresentationsForDownloads/Mon-1530/Sta-30_Clarke.pdf).
- [37] o.V., *Rote Liste 2010 Buchausgabe: Arzneimittelinformationen für Deutschland (einschließlich EU-Zulassungen und bestimmter Medizinprodukte)*. 2010, Frankfurt am Main: Rote Liste Service. 2300.
- [38] Informationsstelle für Arzneimittelspezialitäten. *Firmenprofil*. 2010 [letzter Abruf 18.08.2010]; <http://www.ifaffm.de/wir/firmenprofil.html>.
- [39] Heise, D., Heß, M., Strecker, S., und Frank, U., *Rekonstruktion eines klinischen Behandlungspfads mithilfe domänenspezifischer Erweiterungen einer Geschäftsprozessmodellierungssprache: Anwendungsfall und Sprachkonzepte*, in *Dienstleistungsmodellierung 2010. Interdisziplinäre Konzepte und Anwendungen*. 2010, Physica: Heidelberg. S. 210-227.

# Ökonomische Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen – Ein modelltheoretischer Ansatz auf Grundlage CMMI-basierter Prozessreifegradmodelle

Nora Kamprath  
FIM Research Center  
University of Augsburg  
Universitätsstraße 12, D-86159 Augsburg  
+49 (0) 821 598 4882

nora.kamprath@wiwi.uni-augsburg.de

Maximilian Röglinger  
FIM Research Center  
University of Augsburg  
Universitätsstraße 12, D-86159 Augsburg  
+49 (0) 821 598 4872

maximilian.roeglinger@wiwi.uni-augsburg.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Trotz der Wichtigkeit kontinuierlicher Prozessverbesserungen und der Höhe entsprechender Investitionen, werden Prozessverbesserungsmaßnahmen i. d. R. auf Basis von Plausibilitätsüberlegungen oder Kriterien geplant, die nur bedingt mit marktwirtschaftlichen Unternehmenszielen konform sind. Vor diesem Hintergrund wird ein auf CMMI-basierten Reifegradmodellen beruhendes Optimierungsmodell vorgeschlagen, mit dessen Hilfe sich ermitteln lässt, welche der in einem Reifegradmodell enthaltenen Prozessgebiete und Verbesserungsmaßnahmen aus ökonomischer Sicht umzusetzen sind. Die Anwendung des Optimierungsmodells wird am Beispiel von „CMMI for Services“ für einen fiktiven IT-Dienstleister illustriert. Abschließend werden Implikationen und Forschungsbedarf diskutiert.

## Schlüsselwörter

Geschäftsprozessmanagement, Kontinuierliche Prozessverbesserung, Planung, Reifegradmodell, CMMI, Optimierungsmodell

## 1. EINLEITUNG

Spätestens seit Hammer und Champy's „Manifesto for Business Revolution“ [22] gilt die kontinuierliche Verbesserung betrieblicher Prozesse als eine Hauptaufgabe des Geschäftsprozessmanagements [5; 12]. Dass dies nach wie vor der Fall ist, untermauern zahlreiche Studien, die der kontinuierlichen Prozessverbesserung eine Spitzenposition auf den CIO-Agenden attestieren [13; 19]. Gerade deswegen überrascht es, dass Prozessverbesserungsmaßnahmen i. d. R. auf Basis von Plausibilitätsüberlegungen oder qualitativen bzw. technischen Kriterien – wie z. B. Durchlaufzeit, Qualität, Zuverlässigkeit, Kundenzufriedenheit, Produktivität oder Auslastung – geplant werden [2; 16; 27; 43]. Obwohl manche dieser Kriterien als Indikatoren für die finanziellen Auswirkungen der Prozessdurchführung dienen können [1], lassen sie sich i. d. R. nur mittelbar auf in der Marktwirtschaft gültige Unter-

nehmensziele (z. B. Unternehmenswert) abbilden [29]. Bedenkt man zudem, dass Unternehmen Prozessinvestitionen in beträchtlicher Höhe tätigen – laut einer BPTrends-Studie gaben 36 % der 264 befragten Unternehmen im Jahr 2009 schätzungsweise zwischen 500.000 und 5.000.000 US-Dollar für Geschäftsprozessmanagement aus [47] – und dass der Beitrag dieser Investitionen zur Unternehmenszielerreichung kaum beurteilbar ist, so scheint eine ökonomische Fundierung der Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen dringend geboten.

Ein Planungsprozess umfasst vereinfachend die zyklische Abfolge der Aktivitäten (1) Analyse des Ist-Zustands, (2) Entwicklung und Bewertung von Plan-Alternativen, (3) Auswahl einer Plan-Alternative, (4) Umsetzung und (5) Kontrolle [45]. Für betriebliche Prozesse erweist sich bereits eine intersubjektiv nachvollziehbare Analyse des Ist-Zustands als schwierig. Zur Unterstützung werden vermehrt Reifegradmodelle eingesetzt [4; 11; 17]. Diese haben sich seit der Einführung des Capability Maturity Model (CMM) in zahlreichen Anwendungsdomänen durchgesetzt [33] und gehören heute neben Ansätzen wie Benchmarking, Six Sigma, Total Quality Management oder Lean Management zu etablierten Instrumenten des Geschäftsprozessmanagements [8; 40]. Ein Reifegradmodell umfasst eine Folge sog. Reifegrade und beschreibt dadurch einen antizipierten, gewünschten oder typischen Entwicklungspfad [6]. Reifegrade sind durch festgelegte Merkmale und Merkmalsausprägungen definiert [6]. Üblicherweise unterscheidet man im vorliegenden Zusammenhang *Prozessmanagement-* und *Prozessreifegradmodelle*. Erstere beziehen sich auf die Fähigkeit eines Unternehmens zum Geschäftsprozessmanagement (z. B. [36]), zweite auf Prozesse i. A. oder einzelne Prozessstypen (z. B. [23; 31; 38]). Die zweite Gruppe steht hier im Vordergrund. Reifegrade werden hier nicht Leistungserstellungsprozessen, sondern inhaltlich zusammengehörigen Gruppen an Planungs-, Steuerungs-, Kontroll- und Unterstützungsaktivitäten (sog. Prozessgebiete) zugeordnet. Zwar wird in CMMI-basierten Reifegradmodellen oftmals zwischen Reife- und Fähigkeitsgraden unterschieden, dies wird jedoch erst in Abschnitt 2 diskutiert. Manche Prozessreifegradmodelle schlagen zudem Verbesserungsmaßnahmen vor und helfen somit, Plan-Alternativen zu entwickeln (Aktivität 2). Da Reifegradmodelle bislang jedoch keine Entscheidungskalküle beinhalten und die Bewertung von Plan-Alternativen nicht unterstützen, ist diese Lücke zu schließen.



Wir schärfen den Forschungsfokus zudem in zweierlei Hinsicht:

1. Die Grundlage bilden Prozessreifegradmodelle, die auf dem Capability Maturity Model Integrated (CMMI) basieren, das wiederum der Nachfolger des o. g. CMM ist. Dies bietet sich aus mehreren Gründen an: Erstens werden CMMI-basierte Reifegradmodelle nach proprietären Lösungen am häufigsten in der Praxis eingesetzt [11]. Zweitens basieren zahlreiche Reifegradmodelle auf dem CMMI bzw. CMM [7]. Drittens sind die Spezifikationen der CMMI-Reifegradmodelle öffentlich zugänglich und detailliert ausgearbeitet. Viertens beinhalten die CMMI-Reifegradmodelle Prozessverbesserungsmaßnahmen, die bei der Planung verwendbar sind.
2. Vereinfachend wird die Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen für einen einzelnen Leistungserstellungsprozess untersucht. Zu entscheiden ist somit, welche Prozessgebiete des verwendeten Reifegradmodells eingeführt und welche Reifegrade angestrebt werden sollen. Anhand der Reifegradmodellspezifikation lassen sich dann Prozessverbesserungsmaßnahmen ermitteln.

Es stellt sich folgende Forschungsfrage: *Welche Prozessgebiete eines gegebenen CMMI-basierten Reifegradmodells sollte ein Unternehmen im Rahmen der Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen für einen einzelnen Leistungserstellungsprozess einführen und welche Reifegrade sollte es dafür anstreben, um eine aus ökonomischer Perspektive bestmögliche Auswahl an Prozessverbesserungsmaßnahmen zu gewährleisten?*

Zur Beantwortung dieser Frage greifen wir auf einen formal-deduktiven Forschungsansatz zurück und schlagen ein Optimierungsmodell vor [46]. In Abschnitt 2 werden die Grundlagen von CMMI vorgestellt und die Forschungslücke untermauert. In Abschnitt 3 wird das Optimierungsmodell ausgearbeitet sowie in Abschnitt 4 beispielhaft angewendet. In Abschnitt 5 werden zentrale Ergebnisse reflektiert und Implikationen vorgestellt.

## 2. HINTERGRUND UND LITERATUR-ÜBERBLICK

Im Folgenden werden in Abschnitt 2.1 Aufbau und Kernelemente von CMMI-Reifegradmodellen skizziert. Dies erfolgt auf Basis des CMMI-SVC (v1.2) [38], wobei die grundlegenden Bestandteile aller CMMI-Reifegradmodelle (CMMI for Development, CMMI for Acquisition und People CMM) identisch sind. Eine ausführliche Dokumentation findet sich in [38]. Abschnitt 2.2 schildert den aktuellen Stand der Forschung bez. der Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen. Auf dieser Basis lassen sich Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung von CMMI-basierten Reifegradmodellen hinsichtlich der Prozessplanung identifizieren.

### 2.1 CMMI-Reifegradmodelle

Den Kern von CMMI-Reifegradmodellen bilden die bereits erwähnten Prozessgebiete, die inhaltlich zusammengehörige Planungs-, Steuerungs-, Kontroll- und Unterstützungsaktivitäten bündeln und je einer der vier Kategorien Prozessmanagement, Projektmanagement, Entwicklung oder Unterstützung zugeordnet sind [24].

Im Zuge der Prozessverbesserung werden für jedes Prozessgebiet spezifische und generische Ziele angestrebt. Spezifische Ziele beschreiben die inhaltlichen Anforderungen an ein bestimmtes Prozessgebiet. Ihre Erreichung stellt sicher, dass Planungs-, Steuerungs-, Kontroll- und Unterstützungsaktivitäten ordnungsgemäß

durchgeführt werden. Generische Ziele hingegen sind auf *alle* Prozessgebiete anwendbar und im Rahmen der sog. Institutionalisierung bedeutsam [38]. Ziel der Institutionalisierung ist es, Qualität und Zuverlässigkeit der „Prozessgebietdurchführung“ derart zu steigern, dass diese auch bei hoher Belastung auf gleichbleibendem Niveau sichergestellt ist. Jedes spezifische bzw. generische Ziel wird durch Umsetzung ein oder mehrerer spezifischer bzw. generischer Prozessverbesserungsmaßnahmen erreicht.

Je nach Verwendungszweck lässt sich CMMI auf zweierlei Weise umsetzen [38]:

- Soll eine Menge an selbstgewählten Prozessgebieten eingeführt bzw. verbessert werden, so ist die „kontinuierliche Darstellung“ anzuwenden. Dabei werden die aktuellen *Fähigkeitsgrade* der Prozessgebiete bestimmt und anhand von Plan-Fähigkeitsgraden umzusetzende spezifische und generische Prozessverbesserungsmaßnahmen ermittelt. Es werden sechs Fähigkeitsgrade unterschieden: 0 – unvollständig, 1 – initial, 2 – gemanaged, 3 – definiert, 4 – quantitativ gemanaged, 5 – optimierend. Um für ein Prozessgebiet den Fähigkeitsgrad 1 ausweisen zu dürfen, müssen sämtliche spezifischen Prozessverbesserungsmaßnahmen umgesetzt sein. Um einen Fähigkeitsgrad größer 1 ausweisen zu dürfen, müssen alle generischen Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt sein, die dem Fähigkeitsgrad entsprechenden generischen Ziel zugeordnet sind.
- Sollen Prozessgebiete nach einem vorgegebenen Schema eingeführt bzw. verbessert werden, so ist die „stufenförmige Darstellung“ anzuwenden. Diese dokumentiert die Prozessgebiet-übergreifende Reife zur Kommunikation mit externen Anspruchsgruppen anhand von fünf *Reifegraden*: 1 – initial, 2 – gemanaged, 3 – definiert, 4 – quantitativ gemanaged, 5 – optimierend. Ein Reifegrad darf dann ausgewiesen werden, wenn alle Prozessgebiete, die diesem oder einem niedrigeren Reifegrad in der CMMI-Spezifikation zugeordnet sind, mindestens einen Fähigkeitsgrad aufweisen, der mit der Höhe des angestrebten Reifegrads identisch ist [38].

Beide Darstellungen sind zwar ineinander überführbar, jedoch ist die Reifegrad-Berechnungsvorschrift unvollständig, sodass in der betrieblichen Praxis oftmals eine proprietäre Konkretisierung erfolgen muss [39]. In diesem Beitrag wird die „kontinuierliche Darstellung“ basierend auf (Plan-) Fähigkeitsgraden angewendet.

### 2.2 Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen

Unabhängig davon, ob Reifegradmodelle oder ein anderer Ansatz eingesetzt werden, stellt sich bei der Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen die Frage, welchen Beitrag diese zur Unternehmenszielerreichung leisten. Statt diese Fragestellung betriebswirtschaftlich fundiert zu adressieren, beschäftigen sich zahlreiche Forschungsarbeiten mit einer qualitativen Vorgehensbeschreibung (z. B. bei Six Sigma, Total Quality Management oder Lean Management [8; 40]) oder mit der IT-Unterstützung [18; 48]. Diese hilft jedoch nicht bei der Bewertung von Plan-Alternativen, weshalb auch quantitative Ansätze entwickelt wurden, die sich mit den ökonomischen Auswirkungen geplanter Prozessverbesserungen beschäftigen.

Nachdem in der Praxis Prozessverbesserungen oftmals nur mit der Senkung von Kosten in Zusammenhang stehen, zeigen einige Ansätze v. a. die Wichtigkeit von korrespondierenden Erträgen auf.

So schlagen bspw. Kanevsky und House eine Bewertung anhand des Return on Investment eines verbesserten Prozesses vor und machen deutlich, wie Erträge unterschiedlichen Prozesskomponenten zurechenbar sind [28]. Einen auf der Prozesskostenrechnung bzw. dem Action-based Costing basierenden Ansatz stellen Gullege et al. vor [21]. Dabei werden sowohl Prozesskosten als auch Prozesserträge betrachtet und es wird diskutiert, wie diese den Prozessen zugerechnet werden können. Einen weiteren Ansatz, der sich zudem mit der Integration von Risiko in die Bewertungssystematik beschäftigt, stammt von Neiger et al. [30]. Schöber und Gebauer nehmen die Bewertung von Prozessalternativen anhand eines kombinierten Verfahrens aus Entscheidungsbäumen und Realoptionen vor [37]. Eine Bewertung von Prozessverbesserungen anhand des Barwerts von Ein- und Auszahlungen und somit anhand zukünftiger Zahlungen nehmen Raffo et al. vor [35]. Auch vom Brocke beschäftigt sich in mehreren Beiträgen mit der Bewertung von Prozessalternativen unter Berücksichtigung künftiger Zahlungen [44]. Unabhängig von den angewandten finanzwirtschaftlichen Methoden zur Bewertung von Prozessverbesserungen findet jedoch in keinem der genannten Beiträge eine Formalisierung unter Berücksichtigung von übergeordneten und in der Marktwirtschaft gültigen Unternehmenszielen statt. Auch werden die jeweiligen Bewertungsansätze bislang nur allgemein diskutiert. Eine Verknüpfung mit Reifegradmodellen wird bislang nicht vorgenommen.

In der Literatur existieren bereits erste Vorschläge, die Verbesserungen und Erweiterungen von Reifegradmodellen diskutieren. Während Huang und Han [25] ein Entscheidungsmodell vorschlagen, wie die Prozessgebiete eines Reifegradmodells bei der initialen Einführung im Rahmen der „kontinuierlichen Darstellung“ zu priorisieren sind, entwickeln Vitharana und Mone [42] ein Instrument zur „Messung“ kritischer Faktoren des Softwarequalitätsmanagements. Die Problematik der fehlenden Ausrichtung von Reifegradmodellen an übergeordneten Unternehmenszielen diskutieren Greb und Kneuper [20]. Zwar wird dabei qualitativ beleuchtet, wie die Unternehmensziele in Prozessverbesserungsentscheidungen einfließen sollten und bspw. aufgezeigt, dass Plan-Alternativen im Hinblick auf ihren Beitrag zu den angestrebten Unternehmenszielen zu bewerten sind. Ein Entscheidungskalkül wird jedoch nicht vorgeschlagen.

Als Ergänzung zu den diskutierten Erweiterungen von Reifegradmodellen wird im Folgenden ein mathematisches Modell zur Bewertung von Prozessverbesserungsmaßnahmen beim Einsatz von CMMI-basierten Reifegradmodellen entwickelt. Dazu dient eine betriebswirtschaftlich fundierte Zielfunktion, welche die künftigen Ein- und Auszahlungen von Prozessverbesserungsmaßnahmen berücksichtigt. Die Integration von Risiken in die Zielfunktion wird in diesem ersten Schritt ausgeklammert. Zusätzlich wird der Gedanke einer Priorisierung der einzuführenden Prozessgebiete weiter verfolgt.

### 3. EIN OPTIMIERUNGSMODELL ZUR PLANUNG VON PROZESSVERBESSERUNGSMASSNAHMEN

Die Grundidee des Optimierungsmodells ist, die Umsetzung von Prozessverbesserungsmaßnahmen – und die damit einhergehende Verbesserung von Fähigkeitsgraden – als Investitionen zu interpretieren. Jede Investition ist durch einen mehrperiodigen Zahlungsstrom aus Ein- und Auszahlungen charakterisiert, der durch Diskontierung zu einem Barwert verdichtbar ist [34]. Dieser Bar-

wert ist unter Sicherheit ein betriebswirtschaftlich sinnvolles Entscheidungskriterium [15] und quantifiziert den Beitrag einer Prozessverbesserungsmaßnahme zur Unternehmenszielerreichung im Rahmen einer Wertorientierten Unternehmensführung [14].

Geht man davon aus, dass zur Reduktion der Planungskomplexität ein Priorisierungsschritt – wie z. B. in [25] vorgeschlagen – vorgeschaltet wird, dann ist zum Planungszeitpunkt bekannt, für welche der im verwendeten Reifegradmodell enthaltenen Prozessgebiete die Einführung besonders sinnvoll erscheint. Im Weiteren interessiert sich ein Unternehmen dafür, welche Teilmenge davon tatsächlich eingeführt und welche Plan-Fähigkeitsgrade jeweils angestrebt werden sollen. Um diesbez. eine fundierte Aussage treffen zu können, berücksichtigt das Optimierungsmodell folgende Ein- und Auszahlungen:

1. *Barwertige (Investitions-) Auszahlungen für die Umsetzung spezifischer Prozessverbesserungsmaßnahmen*, wodurch sich der Fähigkeitsgrad eines Prozessgebiets von 0 auf 1 erhöht.
2. *Barwertige (Investitions-) Auszahlungen für die Umsetzung generischer Prozessverbesserungsmaßnahmen*, wodurch sich der Fähigkeitsgrad eines Prozessgebiets über 1 erhöht.
3. Durch (1) und (2) induzierte *zusätzliche barwertige Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft* als Differenz zusätzlicher barwertiger laufender Ein- und Auszahlungen.

Da in (3) zusätzliche barwertige Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft betrachtet werden, sind Ein- und Auszahlungen des Leistungserstellungsprozesses vor der Umsetzung von Prozessverbesserungsmaßnahmen nicht relevant. Dadurch wird im Sinne einer Differenzinvestitionsbetrachtung die Komplexität des Planungsprozesses reduziert. Auf dieser Grundlage lassen sich folgende Fragen beantworten: Für welche Teilmenge der hochprioritären Prozessgebiete übersteigen die zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft die barwertigen (Investitions-) Auszahlungen für Prozessverbesserungsmaßnahmen am stärksten, wenn jeweils die zahlungsüberschussmaximale Fähigkeitsgradkonstellation angestrebt wird? Wie hoch ist das optimale Investitionsvolumen je Prozessgebiet? Welche Prozessverbesserungsmaßnahmen sind umzusetzen?

Abbildung 1 zeigt ein beispielhaftes Anwendungsergebnis des Optimierungsmodells mit einem Schwerpunkt auf einzuführende Prozessgebiete und anzustrebende Plan-Fähigkeitsgrade.

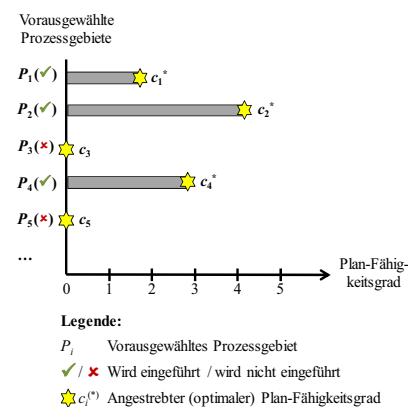


Abbildung 1: Beispielhaftes Ergebnis der Anwendung des Optimierungsmodells (in Anlehnung an [38])

In Abschnitt 3.1 werden zentrale Annahmen, Begriffe und Notationselemente eingeführt. In Abschnitt 3.2 wird das Optimierungsmodell formuliert und gelöst.

### 3.1 Annahmen und definitorische Grundlagen

Betrachtet wird ein Leistungserstellungsprozess, über den ein Unternehmen Produkte, Dienstleistungen oder Produkt-Dienstleistungs-Bündel – kurz: Leistungen – am Markt anbietet. Das Unternehmen nutzt ein CMMI-basiertes Reifegradmodell.

Obwohl Plan-Fähigkeitsgrade nach der CMMI-Spezifikation nur ganzzahlige Werte zwischen 0 und 5 annehmen können (siehe Abschnitt 2.1), werden hier stetige Plan-Fähigkeitsgrade verwendet. Die Gründe sind, dass in der Praxis auch nichtganzzahlige Ausprägungen ausgewiesen werden [26] und für den Sprung von einem Fähigkeitsgrad auf den nächsten i. d. R. mehrere Prozessverbesserungsmaßnahmen bzw. -projekte umzusetzen sind.

Im Rahmen einer vorgelagerten Priorisierung wurden Prozessgebiete identifiziert, deren Umsetzung besonders sinnvoll erscheint. Nur diese Prozessgebiete werden im Folgenden betrachtet.

A.1 Es steht eine Menge an hochprioritären Prozessgebieten  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$  (mit  $n \in \mathbb{N}$ ) zur Verfügung. Die optimale Teilmenge der einzuführenden Prozessgebiete wird als  $P^{\text{sel}} \subseteq P$  bezeichnet.

A.2 Nach Durchführung des Planungsprozesses haben alle einzuführenden Prozessgebiete  $P_i \in P^{\text{sel}}$  einen Plan-Fähigkeitsgrad  $1 \leq c_i \leq 5$ . Für alle anderen Prozessgebiete  $P_i \notin P^{\text{sel}}$  gilt,  $c_i = 0$ .

Der Leistungserstellungsprozess und die zugehörigen Prozessgebiete bilden ein Leistungserstellungssystem, dessen Leistungen aus Kundensicht zusammengehören. Entsprechend nehmen Kunden – u. a. aufgrund ihrer Unkenntnis der internen Abläufe, Arbeitsteilung und beteiligten Prozessgebiete – aus Außensicht einen aggregierten Gesamt-Fähigkeitsgrad wahr. Der aus CMMI bekannte „Reifegrad“ wird bewusst nicht verwendet, da dieser – wie bereits erwähnt – nur für Unternehmen als Ganzes ermittelbar ist und in der Außenkommunikation verwendet werden soll. Zudem ist die Berechnungsvorschrift unvollständig. Der Gesamt-Fähigkeitsgrad hingegen ist eine Hilfsgröße zur Quantifizierung von ökonomischen Auswirkungen für interne Planungszwecke. Er liegt daher i. A. nicht innerhalb CMMI-üblicher Grenzen.

Vereinfachend wird davon ausgegangen, dass sich der Gesamt-Fähigkeitsgrad als Summe der relativ zueinander gewichteten Plan-Fähigkeitsgrade ergibt. Obwohl also die einzelnen Plan-Fähigkeitsgrade unterschiedlich stark in den Gesamt-Fähigkeitsgrad einfließen können, gelten die Prozessgebiete als unabhängig.

A.3 Der Gesamt-Fähigkeitsgrad des Leistungserstellungssystems  $c \in \mathbb{R}_0^+$  hängt von den Plan-Fähigkeitsgraden  $c_i$  ab. Es gilt,  $c = f(\vec{c})$  mit  $\vec{c} = (c_1, \dots, c_n)^T$  und  $f(\vec{c}) = \sum_{i=1}^n a_i c_i$ . Die Koeffizienten  $a_i \geq 1$  quantifizieren, wie stark die Plan-Fähigkeitsgrade relativ zueinander gewichtet in den Gesamt-Fähigkeitsgrad einfließen.

Zur Identifikation der Plan-Fähigkeitsgrade sind die auf den Planungszeitpunkt diskontierten ökonomischen Auswirkungen zu untersuchen. Wie erwähnt werden barwertige (Investitions-) Auszahlungen für die Umsetzung spezifischer Prozessverbesserungsmaßnahmen, barwertige (Investitions-) Auszahlungen für die Umsetzung generischer Prozessverbesserungsmaßnahmen so-

wie zusätzliche barwertige Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft betrachtet.

Soll ein Prozessgebiet eingeführt werden, so müssen sämtliche spezifischen Prozessverbesserungsmaßnahmen umgesetzt werden. Dies führt zu einem Plan-Fähigkeitsgrad von 1. Dafür fallen barwertige Auszahlungen in beliebiger, aber fester Höhe an. Auch hier ist der Auszahlungsbarwert sinnvoll, da die spezifischen Prozessverbesserungsmaßnahmen nicht zwingend in der ersten Periode des Planungshorizonts vollständig umsetzbar sein müssen. Da CMMI für jedes Prozessgebiet eigene spezifische Prozessverbesserungsmaßnahmen vorschlägt, werden sich die entsprechenden barwertigen Auszahlungen i. A. unterscheiden.

A.4 Für die Umsetzung der spezifischen Prozessverbesserungsmaßnahmen eines Prozessgebiets  $P_i \in P^{\text{sel}}$  fallen barwertige (Investitions-) Auszahlungen  $O_i^{\text{spec}} \in \mathbb{R}^+$  in beliebiger, fester und ex ante prognostizierbarer Höhe an. Es gilt,  $O_i^{\text{spec}} = 0$  für alle  $P_i \notin P^{\text{sel}}$ .

Sollen für ein eingeführtes Prozessgebiet generische Prozessverbesserungsmaßnahmen umgesetzt werden, fallen ebenfalls barwertige Auszahlungen an. Dies führt zu einem Plan-Fähigkeitsgrad größer 1. Ein höherer Plan-Fähigkeitsgrad ist nur durch Umsetzung weiterer Prozessverbesserungsmaßnahmen realisierbar, was zu höheren barwertigen Auszahlungen führt. In Analogie zu Aufwandsschätzmodellen aus dem Software Engineering (z. B. COCOMO II [10]) dürfte die Umsetzungskomplexität für einen höheren Plan-Fähigkeitsgrad überproportional zunehmen. Mögliche Gründe sind der erhöhte Abstimmungsbedarf innerhalb bzw. zwischen Projektteams sowie die aufwändigere Integration mit anderen umzusetzenden Maßnahmen. Vereinfachend sind die Prozessgebiet-spezifischen barwertigen Auszahlungen für generische Prozessverbesserungsmaßnahmen durch einen streng monoton steigenden und streng konvexen Verlauf charakterisiert.

A.5 Für die Umsetzung generischer Prozessverbesserungsmaßnahmen im Prozessgebiet  $P_i \in P^{\text{sel}}$  fallen in Abhängigkeit vom Plan-Fähigkeitsgrad barwertige (Investitions-) Auszahlungen gemäß einer im Intervall  $[1; 5]$  streng monoton steigenden, streng konvexen, zweimal stetig differenzierbaren und ex ante prognostizierbaren Funktion  $O_i^{\text{gen}}(c_i)$  an. Es gilt,  $O_i^{\text{gen}}(c_i) = 0$  für  $c_i \leq 1$  und  $O_i^{\text{gen}}(c_i) > 0$  sonst.

In Abhängigkeit von den Plan-Fähigkeitsgraden bzw. dem Gesamt-Fähigkeitsgrad erzielt das Unternehmen zusätzliche barwertige Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft als Differenz zusätzlicher barwertiger laufender Ein- und Auszahlungen.

Zusätzliche laufende Auszahlungen fallen für die in den eingeführten Prozessgebieten enthaltenen Planungs-, Steuerungs- und Kontroll- sowie Unterstützungsaktivitäten an. Je mehr spezifische und generische Verbesserungsmaßnahmen geplant sind – also je höher der Plan-Fähigkeitsgrad –, desto höher sind die zusätzlichen Auszahlungen. Daraus resultiert ein streng monoton steigender Verlauf. Aufgrund des laufenden Koordinationsaufwands zwischen umgesetzten Maßnahmen und der Schwierigkeit, einen höheren Fähigkeitsgrad aufrechtzuerhalten, kann der Verlauf zudem als streng konvex charakterisiert werden. Da sich die zusätzlichen laufenden Auszahlungen einzelnen Prozessgebieten zuordnen lassen und sich i. A. nach Prozessgebiet unterscheiden, sind Prozessgebiet-spezifische Auszahlungsfunktionen erforderlich.

Zusätzliche laufende Einzahlungen resultieren u. a. aus der Zahlungsbereitschaft der Kunden für höherwertige Leistungen bzw. für einen reibungsloseren Leistungserstellungsprozess – also für einen höheren Gesamt-Fähigkeitsgrad. Es ist davon auszugehen, dass Kunden für höherwertige Leistungen mehr zu zahlen bereit sind. Analog zu den Auszahlungen ergibt sich ein streng monoton steigender Verlauf. Jedoch ist gestützt durch die Theorie des abnehmenden Grenznutzens von einem Sättigungseffekt auszugehen, der sich in einem streng konkaven Verlauf niederschlägt [41]. Natürlich lassen sich durch Verbesserungen hinsichtlich Planung, Steuerung und Kontrolle auch Einsparungen bei der eigentlichen Leistungserstellung realisieren. Einsparungen werden nicht explizit betrachtet, sondern wegen der fehlenden Zuordenbarkeit zu Prozessgebieten den laufenden Einzahlungen zugerechnet.

A.6 Die Differenz der zusätzlichen barwertigen laufenden Ein- und Auszahlungen wird als zusätzliche barwertige Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft  $CF^{op}(\vec{c})$  bezeichnet. Die zusätzlichen barwertigen laufenden Auszahlungen im Prozessgebiet  $P_i \in P^{sel}$  in Abhängigkeit vom Plan-Fähigkeitsgrad folgen einer im Intervall  $[1; 5]$  streng monoton steigenden, streng konvexen sowie zweimal stetig differenzierbaren Funktion  $O_i^{op}(c_i)$ . Es gilt,  $O_i^{op}(c_i) = 0$  für  $c_i < 1$  und  $O_i^{op}(c_i) > 0$  sonst. Die zusätzlichen barwertigen laufenden Einzahlungen in Abhängigkeit vom Gesamt-Fähigkeitsgrad folgen einer streng monoton steigenden, streng konkaven und zweimal stetig differenzierbaren Funktion  $I^{op}(c)$  ( $= I^{op}(f(\vec{c}))$ ). Es gilt,  $I^{op}(f(\vec{c})) = 0$  für  $f(\vec{c}) < 1$  und  $I^{op}(f(\vec{c})) > 0$  sonst. Beide Funktionen sind ex ante prognostizierbar.

$O_i^{op}(c_i)$  ist – im Gegensatz zu  $O_i^{gen}(c_i)$  – bereits für  $c_i = 1$  größer null, da auch für umgesetzte spezifische Prozessverbesserungsmaßnahmen laufende Auszahlungen anfallen. Für die zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft ergibt sich:

$$CF^{op}(\vec{c}) = I^{op}(f(\vec{c})) - \sum_{i=1}^n O_i^{op}(c_i) \quad (1)$$

Zuletzt stellt sich die Frage, gemäß welchem Ziel die optimale Menge an einzuführenden Prozessgebieten und die zugehörigen optimalen Plan-Fähigkeitsgrade bestimmt werden.

A.7 Das Unternehmen strebt nach Maximierung der gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse  $CF(\vec{c})$ . Diese ergeben sich als Differenz der zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft, der barwertigen (Investitions-) Auszahlungen für die Umsetzung generischer Prozessverbesserungsmaßnahmen und der barwertigen (Investitions-) Auszahlungen für die Umsetzung spezifischer Prozessverbesserungsmaßnahmen.

### 3.2 Formulierung und Lösung des Optimierungsmodells

Anhand von (A.1) bis (A.7) lässt sich die optimale Menge der einzuführenden Prozessgebiete  $P^{sel}$  bestimmen, indem für jede Teilmenge von  $P$  die maximalen gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse ermittelt und dann die zahlungsüberschussmaximale Teilmenge gewählt wird. Es handelt sich also um eine zweistufige Optimierung mit folgender Zielfunktion:

$$P^{sel} = \arg \max_{Q \subseteq P} \left[ \max_{\substack{1 \leq c_i \leq 5, \text{ für } P_i \in Q, \\ c_i = 0, \text{ sonst}}} CF(\vec{c}) \right] \quad (2)$$

$$\text{Mit } CF(\vec{c}) = CF^{op}(\vec{c}) - \sum_{i=1}^n O_i^{gen}(c_i) - \sum_{i=1}^n O_i^{spec} \quad (3)$$

Die zugehörigen optimalen Plan-Fähigkeitsgrade  $\vec{c}^*$  und damit die optimalen Prozessgebiet-spezifischen Investitionen ergeben sich aus dem inneren Optimierungsschritt. Während der äußere Optimierungsschritt aufgrund seines diskreten Charakters mittels vollständiger Enumeration lösbar ist, erfordert der Innere aufgrund seines stetigen Charakters eine Kurvendiskussion. Wir konzentrieren uns zunächst auf den inneren Optimierungsschritt.

Ersetzt man in Gleichung (3) die zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse aus dem laufenden Geschäft durch Gleichung (1), so ergibt sich folgende separate Zielfunktion:

$$\begin{aligned} \text{MAX: } CF(\vec{c}) &= I^{op}(f(\vec{c})) - \sum_{i=1}^n O_i^{op}(c_i) \\ &\quad - \sum_{i=1}^n O_i^{gen}(c_i) - \sum_{i=1}^n O_i^{spec} \\ &\text{unter } 1 \leq c_i \leq 5, \text{ für } P_i \in Q \\ &\text{und } c_i = 0, \text{ sonst} \end{aligned} \quad (4)$$

Abbildung 2 zeigt einen beispielhaften Verlauf der gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse für den Fall, dass  $Q = \{P_1, P_2\}$  eingeführt werden sollen. Zur Ermittlung der optimalen gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse sind zunächst die ersten partiellen Ableitungen zu bilden, partielle Randlösungen zu analysieren sowie Bedingungen und Charakteristika einer inneren Lösung zu prüfen. Unter Berücksichtigung, dass die barwertigen Auszahlungen für spezifische Prozessverbesserungsmaßnahmen als Konstanten die ersten partiellen Ableitungen nicht beeinflussen, ergibt sich:

$$\frac{\partial CF(\vec{c})}{\partial c_i} = \frac{\partial I^{op}(f(\vec{c}))}{\partial c_i} - \frac{\partial O_i^{op}(c_i)}{\partial c_i} - \frac{\partial O_i^{gen}(c_i)}{\partial c_i} \quad (5)$$

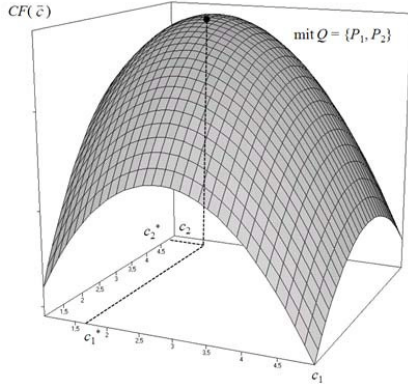
Da für alle  $P_i \notin Q$ , die beim aktuellen „Durchlauf“ des inneren Optimierungsschritts nicht betrachtet werden, gemäß (A.2)  $c_i = 0$  gilt, reduziert sich die Anzahl der zu betrachtenden Prozessgebiete auf  $|Q|$ . Im Folgenden wird eine von  $|Q|$  Plan-Fähigkeitsgraden abhängige Zahlungsüberschussfunktion verwendet.

Eine partielle linke Randlösung bez. eines Prozessgebiets  $P_i \in Q$  liegt vor, wenn es ökonomisch nicht sinnvoll ist, dessen Plan-Fähigkeitsgrad über 1 zu erhöhen. Barwertige Auszahlungen für generische Prozessverbesserungsmaßnahmen werden dann nicht durch barwertige laufende Zahlungsüberschüsse gedeckt. Mathematisch ist in diesem Fall die entsprechende erste partielle Ableitung der gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse für alle Punkte mit  $c_i^{\min} = 1$  negativ oder null. Die Plan-Fähigkeitsgrade  $c_j$  ( $i \neq j$ ) sind dabei beliebig in  $1 \leq c_j \leq 5$ , aber fest.

$$\frac{\partial CF(\vec{c}^{\min})}{\partial c_i^{\min}} \leq 0 \quad \text{mit } \vec{c}^{\min} = (c_1, \dots, 1, \dots, c_{|Q|})^T \text{ und } c_i^{\min} = 1 \quad (6)$$

Diese Bedingung kann für kein, ein oder mehrere Prozessgebiete erfüllt sein. Die optimalen Plan-Fähigkeitsgrade der betroffenen

Prozessgebiete  $P_i \in Q$  sind  $c_i^* = 1$ . Ist diese Bedingung für alle Prozessgebiete einer Probleminstanz erfüllt, liegt eine totale linke Randlösung vor. Blendet man im Weiteren die Prozessgebiete mit einer partiellen linken Randlösung aus, so reduziert sich die Anzahl der Prozessgebiete auf  $r$  (mit  $1 \leq r \leq |Q|$ ). Im Folgenden wird eine von den  $r$  weiter betrachteten Plan-Fähigkeitsgraden abhängige Zahlungsüberschussfunktion verwendet.



**Abbildung 2: Beispielhafter Verlauf der gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse im inneren Optimierungsschritt mit für  $Q = \{P_1, P_2\}$**

Eine partielle rechte Randlösung bez. eines Prozessgebiets  $P_i \in Q$  liegt vor, wenn es bei einem Plan-Fähigkeitsgrad 5 ökonomisch sinnvoll wäre, weitere generische Prozessverbesserungsmaßnahmen oder gerade keine mehr umzusetzen. Mathematisch ist in diesem Fall die entsprechende erste partielle Ableitung der gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse für alle Punkte mit  $c_i^{\max} = 5$  positiv oder null. Die Plan-Fähigkeitsgrade  $c_j$  ( $i \neq j$ ) sind dabei beliebig in  $1 \leq c_j \leq 5$ , aber fest.

$$\frac{\partial CF(\vec{c}^{\max})}{\partial c_i^{\max}} \geq 0 \quad \text{mit } \vec{c}^{\max} = (c_1, \dots, 5, \dots, c_r)^T \quad (7)$$

und  $c_i^{\max} = 5$

Auch diese Bedingung kann für kein, ein oder mehrere Prozessgebiete erfüllt sein. Die optimalen Plan-Fähigkeitsgrade der betroffenen Prozessgebiete  $P_i \in Q$  sind  $c_i^* = 5$ . Blendet man nun auch die Prozessgebiete mit einer partiellen rechten Randlösung aus, so reduziert sich die Anzahl der betrachteten Prozessgebiete auf  $t$  (mit  $1 \leq t \leq r$ ). Im Weiteren wird eine von den  $t$  weiter betrachteten Plan-Fähigkeitsgraden abhängige Zahlungsüberschussfunktion verwendet. Für die verbliebenen  $t$  Prozessgebiete ist eine innere Lösung zu finden. Ökonomisch betrachtet ist für diese Prozessgebiete ein Plan-Fähigkeitsgrad zwischen 1 und 5 (jeweils exklusive) sinnvoll.

Als Optimalitätsbedingung erster Ordnung müssen an dem Punkt, der die optimalen gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse kennzeichnet, alle ersten partiellen Ableitungen null sein.

$$\forall 1 \leq i \leq t: \frac{\partial CF(\vec{c}^*)}{\partial c_i^*} = 0 \quad \text{mit } \vec{c}^* = (c_1^*, \dots, c_t^*)^T \quad (8)$$

Existiert eine mit Gleichung (8) konforme Belegung von  $\vec{c}^*$ , so ist dort anhand der zugehörigen Hesse-Matrix die Krümmung von  $CF(\vec{c}^*)$  und damit die Optimalitätsbedingung zweiter Ordnung zu untersuchen. Ist die Hesse-Matrix an der Stelle  $\vec{c}^*$  negativ definit,

handelt es sich um ein Maximum. Zunächst sind die zweiten partiellen Ableitungen zu bilden – siehe Gleichungen (9) und (10)<sup>1</sup>.

$$\forall 1 \leq i, j \leq t \wedge i \neq j: \frac{\partial^2 I^{op}(f(\vec{c}))}{\partial^2 c} \cdot a_i a_j \quad (9)$$

$$\forall 1 \leq i \leq t: \frac{\partial^2 I^{op}(f(\vec{c}))}{\partial^2 c} \cdot a_i^2 - \frac{\partial^2 O_i^{op}(c_i)}{\partial^2 c_i} - \frac{\partial^2 O_i^{gen}(c_i)}{\partial^2 c_i} \quad (10)$$

Da es sich bei den  $a_i$  um Konstanten gleichen Vorzeichens ohne Einfluss auf die Krümmung handelt, ist folgende Kurzschreibweise möglich:

$$\frac{\partial^2 I^{op}(f(\vec{c}))}{\partial^2 c} \stackrel{\text{def}}{=} x \quad (11)$$

$$\forall 1 \leq i \leq t: \frac{\partial^2 O_i^{op}(c_i)}{\partial^2 c_i} + \frac{\partial^2 O_i^{gen}(c_i)}{\partial^2 c_i} \stackrel{\text{def}}{=} y_i \quad (12)$$

Für die Hesse-Matrix an einer beliebigen, aber festen Stelle  $\vec{c} = (c_1, \dots, c_t)^T$  gilt somit:

$$H_{CF}(\vec{c}) = \begin{pmatrix} x - y_1 & \dots & x \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x & x & x - y_t \end{pmatrix} \quad (13)$$

Aufgrund von (A.3), (A.5) und (A.6) gilt  $x < 0$  und  $y_i > 0$  (mit  $1 \leq i \leq t$ ). Die Hesse-Matrix ist an der Stelle  $\vec{c}$  dann negativ definit, wenn die Vorzeichen der Hauptunterdeterminanten alternieren [32]. Dabei bezeichnen die  $H_{CF,k}$  die oberen linken  $k \times k$ -Hauptuntermatrizen von  $H_{CF}$ . Durch vollständige Induktion lässt sich folgende Berechnungsvorschrift beweisen:<sup>2</sup>

$$\det(H_{CF,k}) = (-1)^{k+1} \cdot \sum_{i=1}^k \left( x \cdot \prod_{i \neq j}^k y_j \right) + (-1)^k \cdot \prod_{j=1}^k y_j \quad (14)$$

Beide Summanden – und somit der ganze Term – sind für gerade  $k$  positiv und für ungerade  $k$  negativ, weswegen die Vorzeichen der Hauptunterdeterminanten alternieren. Damit ist bewiesen, dass  $H_{CF}(\vec{c})$  an einer beliebigen, aber festen Stelle  $\vec{c}$  negativ definit,  $CF(\vec{c})$  im gesamten Definitionsbereich streng konkav und  $CF(\vec{c}^*)$  ein globales Maximum ist. Für eine konkrete Belegung von  $Q$  gilt:

$$c_i^* = \begin{cases} 1, \text{ für } \frac{\partial CF(\vec{c}^{\min})}{\partial c_i^{\min}} \leq 0 \\ 5, \text{ für } \frac{\partial CF(\vec{c}^{\max})}{\partial c_i^{\max}} \geq 0 \\ \text{innere Lösung, sonst} \end{cases} \quad (15)$$

Zusammen mit dem äußeren Optimierungsschritt, der  $P^{\text{sel}}$  als zahlungsüberschussmaximale Prozessgebietmenge identifiziert, gilt wegen (A.4) und (A.5) für die Prozessgebiet-spezifischen Investitionsvolumina:

$$\forall i \text{ mit } P_i \in P^{\text{sel}}: O_i^{\text{spec}} + O_i^{\text{gen}}(c_i^*) > 0 \quad (16)$$

$$\forall i \text{ mit } P_i \notin P^{\text{sel}}: 0 + O_i^{\text{gen}}(0) = 0 \quad (17)$$

Für die  $P_i \in P^{\text{sel}}$  sind alle spezifischen und entsprechend dem Plan-Fähigkeitsgrad ein Teil der generischen Prozessverbesser-

<sup>1</sup> Die Herleitung wird aus Platzgründen nicht gezeigt, kann jedoch bei den Autoren angefragt werden.

<sup>2</sup> Der Beweis wird aus Platzgründen nicht gezeigt, kann jedoch bei den Autoren angefragt werden.

rungsmaßnahmen umzusetzen. Dazu gehören auf jeden Fall die Maßnahmen, die gemäß der Reifegradmodellspezifikation zur Erreichung der nächstkleineren ganzzahligen Fähigkeitsgradausprägung  $[c_i]$  nötig sind. Alles weitere hängt davon ab, zu wie vielen und wie großen Projekten ein Unternehmen die generischen Verbesserungsmaßnahmen bündelt. Hätte ein Unternehmen bspw. die Maßnahmen zum Sprung von Fähigkeitsgrad 2 auf 3 zu drei gleichgroßen Projekten gebündelt und läge ein optimaler Plan-Fähigkeitsgrad von 2,67 vor, so wären die ersten beiden Projekte bzw. Maßnahmen umzusetzen. Bei einer Bündelung zu vier gleichgroßen Projekten wären ebenfalls die ersten beiden Projekte bzw. Maßnahm umzusetzen. Ab dem dritten Maßnahmenpaket würde der optimale Plan-Fähigkeitsgrad jedoch überstiegen.

#### 4. BEISPIELHAFTE ANWENDUNG

Im Folgenden wird die Anwendung des Optimierungsmodells für einen fiktiven IT-Dienstleister auf Basis von CMMI-SVC [38] illustriert. Dabei steht im Vordergrund, welche Schritte für eine tatsächliche Anwendung erforderlich sind. Untersucht wird der Leistungserstellungsprozess, mit dem der IT-Dienstleister Standardsoftware mit CRM-Funktionalität zunächst gemäß der Anforderungen seiner Kunden konfiguriert und anschließend als Cloud-Computing-Lösung – wie z. B. salesforce.com<sup>3</sup> – betreibt.

CMMI-SVC umfasst 24 Prozessgebiete, wovon 16 allgemein und daher in allen CMMI-Reifegradmodellen enthalten sind. Die anderen sieben beziehen sich auf die Bereitstellung der zur Dienstleistungserbringung erforderlichen Ressourcen (*capacity and availability management*), die Wiederaufnahme der Dienstleistungserbringung nach Ausfällen (*service continuity*), die Entgegennahme von Dienstleistungsanfragen, die Vereinbarung entsprechender Leistungsniveaus und den Betrieb des Leistungserstellungssystems (*service delivery*), den Umgang mit und der Vorbeugung von Fehlern im laufenden Betrieb (*incident resolution and prevention*), die Konzeption neuer Leistungserstellungssysteme (*service system development*), die Einführung bzw. Ablösung von Leistungserstellungssystemen für neue bzw. nicht mehr angebotene Dienstleistungen (*service system transition*) sowie die Strategieentwicklung bez. des angebotenen Dienstleistungsportfolios (*strategic service management*).

Um herauszufinden, welche Prozessgebiete einzuführen und welche Verbesserungsmaßnahmen umzusetzen sind, hat der IT-Dienstleister folgende Schritte zu durchlaufen:

1. Priorisierung von Prozessgebieten
2. Konkretisierung von Prozessverbesserungsmaßnahmen und Bündelung zu Teilprojekten
3. Schätzung der barwertigen (Investitions-) Auszahlungen für die Umsetzung von generischen Prozessverbesserungsmaßnahmen (und Approximation durch stetige Auszahlungsfunktionen) bzw. von spezifischen Prozessverbesserungsmaßnahmen
4. Schätzung der zusätzlichen barwertigen Auszahlungen aus dem laufenden Geschäft und Approximation durch stetige Auszahlungsfunktionen
5. Schätzung der zusätzlichen barwertigen Einzahlungen aus dem laufenden Geschäft und Approximation durch eine stetige Einzahlungsfunktion

<sup>3</sup> <http://www.salesforce.com>

6. Ermittlung der optimalen Menge einzuführender Prozessgebiete, der zugehörigen optimalen Plan-Fähigkeitsgrade und Investitionsvolumina sowie der umzusetzenden Prozessverbesserungsmaßnahmen

Im Folgenden werden diese Schritte exemplarisch durchlaufen. In Schritt 1 wurden folgende drei Prozessgebiete als besonders sinnvoll befunden: Incident Resolution and Prevention ( $P_1$ ), Service Delivery ( $P_2$ ) und Requirements Management ( $P_3$ ). Gemäß einer Experteneinschätzung wirken sich alle Prozessgebiete relativ betrachtet gleich stark auf den Gesamt-Fähigkeitsgrad aus. Somit gilt,  $P = \{P_1, P_2, P_3\}$  und  $a_1 = a_2 = a_3 = 1$ .

In Schritt 2 wurden die in CMMI-SVC vorgeschlagenen Prozessverbesserungsmaßnahmen konkretisiert und Teilprojekten zugeordnet. Alle Prozessverbesserungsmaßnahmen (inkl. Nummerierung) zeigt [38] im Überblick. Für jede spezifische Prozessverbesserungsmaßnahme wurde ein Teilprojekt definiert. Für jeden Fähigkeitsgrad größer 1 wurden die generischen Prozessverbesserungsmaßnahmen zu zwei Teilprojekten identischen Umfangs zusammengefasst (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: Zuordnung von generischen Prozessverbesserungsmaßnahmen zu Teilprojekten**

Teilprojekt (TP)	Zugeordnete generische Prozessverbesserungsmaßnahmen aus CMMI-SVC	Ausweisbarer Plan-Fähigkeitsgrad $c_i$
---	[Keine gen. Prozessverbesserungsmaßnahmen umgesetzt]	1,00
TP 2.1	2.1 + 2.2 + 2.3 + 2.4 + 2.5	1,50
TP 2.2	2.6 + 2.7 + 2.8 + 2.9 + 2.10	2,00
TP 3.1	3.1	2,50
TP 3.2	3.2	3,00
TP 4.1	4.1	3,50
TP 4.2	4.2	4,00
TP 5.1	5.1	4,50
TP 5.2	5.2	5,00

In den Schritten 3 und 4 wurden für jedes der drei Prozessgebiete zunächst die diskreten barwertigen Auszahlungen für die Teilprojekte zur Umsetzung spezifischer und generischer Prozessverbesserungsmaßnahmen sowie die zusätzlichen barwertigen Auszahlungen aus dem laufenden Geschäft geschätzt. Dazu konnte auf Verfahren der Projektplanung [9] und auf Aufwandsschätzverfahren aus dem Software Engineering (z. B. Function Points, COCOMO II [3; 10]) zurückgegriffen werden. Im vorliegenden Fall wurden die stetigen Auszahlungsfunktionen auf Basis von Polynomen zweiten Grades, also Parabeln – genauer gesagt deren aufsteigendem Ast –, approximiert (siehe Tabelle 2). Eine Approximation diskreter Auszahlungsreihen kann z. B. mithilfe der Regressionsanalyse erfolgen.

In Schritt 5 wurden die zusätzlichen barwertigen Einzahlungen aus dem laufenden Geschäft zunächst diskret geschätzt und durch eine stetige Einzahlungsfunktion approximiert. Diese lautet:  $I^{\text{op}}(f(\bar{c})) = 225 \cdot \sqrt{f(\bar{c})}$ .

**Tabelle 2: Beispielhafte Auszahlungsfunktionen**

$i$	$O_i^{\text{spec}^\dagger}$ [in TEUR]	$O_i^{\text{gen}}(c_i)^{**}$ [in TEUR]	$O_i^{\text{op}}(c_i)^{**}$ [in TEUR]
1	20	$8 \cdot c_1^2 - 12 \cdot c_1 + 4$	$5 \cdot c_1^2 + 4 \cdot c_1$
2	40	$4 \cdot c_2^2 - 5 \cdot c_2 + 1$	$4 \cdot c_2^2 + 7 \cdot c_2$
3	80	$5 \cdot c_3^2 - 6 \cdot c_3 + 1$	$3 \cdot c_3^2 + 4 \cdot c_3$

$^\dagger$  für  $P_i \in P^{\text{sel}}$ ; 0 sonst  $^{**}$  für  $c_i \geq 1$ ; 0 sonst

Abschließend gilt es in Schritt 6, unter Zuhilfenahme der bisherigen Zwischenergebnisse die optimale Menge einzuführender Prozessgebiete, die zugehörigen Plan-Fähigkeitsgrade und Investitionsvolumina sowie die umzusetzenden Prozessverbesserungsmaßnahmen zu identifizieren. Tabelle 3 zeigt für jede mögliche Teilmenge der Prozessgebiete aus  $P$  die (optimalen) Plan-Fähigkeitsgrade und die optimalen gesamten zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse gemäß Gleichung (3), die sich aus der Anwendung des inneren Optimierungsschritts ergeben (siehe Abschnitt 3.2). Zu beachten ist, dass die in Tabelle 3 gezeigten Werte bereits an die ausweisbaren Plan-Fähigkeitsgrade aus Tabelle 1 angepasst und daher abgerundet wurden. In eckigen Klammern finden sich die unbereinigten Werte, die sich unmittelbar aus der Optimierung ergeben. Um die Werte rechnerisch zu bestimmen wurde die Optimierungslogik prototypisch in Microsoft Excel implementiert. Die Lösung einzelner Probleminstanzen erfolgt anhand des im Lieferumfang enthaltenen Solver-Add-Ins. Aufgrund der allgemeinen Erkenntnisse aus Abschnitt 3 ist klar, dass die identifizierten Lösungen jeweils dem globalen Maximum entsprechen. Durch Anwendung des äußeren Optimierungsschritts lässt sich anschließend die zahlungsüberschussmaximale Prozessgebietmenge identifizieren. Dies entspricht der Zeile aus Tabelle 3 mit dem höchsten Wert in der rechten Spalte. Im vorliegenden Fall ist dies Zeile 5. Es gilt also,  $P^{\text{sel}} = \{P_1, P_2\}$ .

Demnach ist es ökonomisch sinnvoll,  $P_1$  und  $P_2$  einzuführen und dafür die ausweisbaren Plan-Fähigkeitsgrade 2,00 bzw. 2,50 anzustreben. Für  $P_1$  sind dazu sämtliche spezifischen Prozessverbesserungsmaßnahmen sowie gemäß Tabelle 1 die generischen Prozessverbesserungsmaßnahmen 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 aus TP 2.1 und TP 2.2 umzusetzen. Für  $P_2$  ist zusätzlich Maßnahme 3.1 aus TP 3.1 umzusetzen. Auf dieser Basis lässt sich unter Einsatz eines barwertigen Investitionsvolumens von 85,50 TEUR ( $= O_1^{\text{spec}} + O_2^{\text{spec}} + O_1^{\text{gen}}(2,00) + O_2^{\text{gen}}(2,50)$ ) ein gesamter zusätzlicher barwertiger Zahlungsüberschuss in Höhe von 321,30 TEUR erzielen. Die Rendite entspricht somit 376 %. Die Höhe erklärt sich in diesem Beispiel durch die sehr hohe Zahlungsbereitschaft der Kunden aus  $I^{\text{op}}(f(\vec{c}))$ .

Um das Ergebnis ökonomisch zu interpretieren, sind zunächst die ersten Ableitungen der Auszahlungen für generische Prozessverbesserungsmaßnahmen und aus dem laufenden Geschäft zu betrachten. Deren Summe repräsentiert die barwertigen Grenzauszahlungen für eine marginale Plan-Fähigkeitsgraderhöhung (siehe rechte Spalte aus Tabelle 4). Da wie eingangs geschildert die Prozessgebiete relativ zueinander gleich stark auf den Gesamt-Fähigkeitsgrad – und damit auf die zusätzlichen barwertigen laufenden Einzahlungen – wirken, können Grenzeinzahlungen hier für die Interpretation ausgeblendet werden. Betrachtet wird zunächst der Fall, dass nur ein Prozessgebiet aus  $P$  eingeführt werden darf. Aus Tabelle 4 ist ermittelbar, dass die Grenzauszahlungen von  $P_1$  diejenigen von  $P_2$  rechnerisch ab einem Plan-Fähigkeitsgrad von

0,625 – also immer für das in (A.5) geforderte Intervall  $1 \leq c_i \leq 5$  – übersteigen. Ebenso übersteigen die Grenzauszahlungen von  $P_2$  stets diejenigen von  $P_3$  (aus Tabelle 4 ersichtlich). Demnach gilt,  $c_3 > c_2 > c_1$ , weswegen die Entscheidung zunächst zu Gunsten von  $P_3$  ausfallen würde. Dies stützen die unbereinigten Plan-Fähigkeitsgrade der Zeilen 2 – 4 aus Tabelle 3. Jedoch sind auch die barwertigen Auszahlungen für spezifische Prozessverbesserungsmaßnahmen zu berücksichtigen (siehe linke Spalte aus Tabelle 2). Da diese für  $P_3$  erheblich höher sind als für  $P_2$ , würde im betrachteten Fall, die Entscheidung letztlich für  $P_2$  ausfallen. Auch deswegen, weil die niedrigeren barwertigen Auszahlungen für spezifische Prozessverbesserungsmaßnahmen von  $P_1$  nicht die höheren Grenzauszahlungen im Vergleich zu  $P_2$  kompensieren. Die unbereinigten Plan-Fähigkeitsgrade der Zeilen 5 – 8 aus Tabelle 3 stützen diese Argumentation auch allgemein für den Fall, dass mehr als ein Prozessgebiet eingeführt werden darf. Auch hier gilt – sofern jeweils betrachtet – stets  $c_3 > c_2 > c_1$ . Aufgrund der Abrundung gilt lediglich  $c_3 \geq c_2 \geq c_1$ .

**Tabelle 3: Plan-Fähigkeitsgrade und gesamte zusätzliche barwertige Zahlungsüberschüsse nach Prozessgebietmengen**

#	Einzuführende Prozessgebiete $^\dagger$			(Optimale) Plan-Fähigkeitsgrade			$CF^*(\vec{c}^*)$ [in TEUR]
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$c_1^{(*)}$	$c_2^{(*)}$	$c_3^{(*)}$	
1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1	0	0	2,50 [2,86]	0,00 [0,00]	0,00 [0,00]	270,51 [273,06]
3	0	1	0	0,00 [0,00]	3,50 [3,59]	0,00 [0,00]	274,94 [275,03]
4	0	0	1	0,00 [0,00]	0,00 [0,00]	3,50 [3,75]	248,94 [249,71]
<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2,00</b> [2,21]	<b>2,50</b> [2,97]	<b>0,00</b> [0,00]	<b>321,30</b> [324,77]
6	1	0	1	2,00 [2,18]	0,00 [0,00]	3,00 [3,17]	296,12 [297,03]
7	0	1	1	0,00 [0,00]	2,50 [2,79]	3,00 [3,04]	284,67 [285,57]
8	1	1	1	1,50 [1,92]	2,50 [2,50]	2,50 [2,75]	310,39 [313,92]

$^\dagger$  0: Prozessgebiet wird nicht eingeführt, 1: Prozessgebiet wird eingeführt

Zusammenfassend konnte der IT-Dienstleister durch Anwendung des Optimierungsmodells konkrete Empfehlungen gewinnen, welche Prozessgebiete unter ökonomischen Gesichtspunkten eingeführt und welche Prozessverbesserungsmaßnahmen umzusetzen sind. Das Modell leistet also trotz der bei der Schätzung von Modellparametern und -funktionen unvermeidbaren subjektiven Einflüsse und Ungenauigkeiten wertvolle Hilfestellung bei der Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen.

**Tabelle 4: Erste Ableitungen der beispielhaften Auszahlungsfunktionen**

$i$	$\frac{\partial O_i^{\text{gen}}(c_i)}{\partial c_i}$ [in TEUR]	$\frac{\partial O_i^{\text{op}}(c_i)}{\partial c_i}$ [in TEUR]	$\frac{\partial O_i^{\text{gen}}(c_i)}{\partial c_i} + \frac{\partial O_i^{\text{op}}(c_i)}{\partial c_i}$ [in TEUR]
1	$16 \cdot c_1 - 12$	$10 \cdot c_1 + 4$	$26 \cdot c_1 - 8$
2	$8 \cdot c_2 - 5$	$8 \cdot c_2 + 7$	$16 \cdot c_2 + 2$
3	$10 \cdot c_3 - 6$	$6 \cdot c_3 + 4$	$16 \cdot c_3 - 2$



## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Beitrags war, eine Antwort auf die Frage zu geben, welche Prozessgebiete eines gegebenen CMMI-basierten Reifegradmodells ein Unternehmen im Rahmen der Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen für einen einzelnen Leistungserstellungsprozess einführen und welche Reife- bzw. Fähigkeitsgrade es dafür anstreben sollte. Dazu wurde ein Optimierungsmodell vorgeschlagen, das Prozessverbesserungsmaßnahmen – und die damit einhergehende Verbesserung von Reife- bzw. Fähigkeitsgraden – als Investitionen interpretiert, für alle möglichen Prozessgebietmengen die maximalen zusätzlichen barwertigen Zahlungsüberschüsse ermittelt und die zahlungsüberschussmaximale Menge ausgewählt. Dadurch erhöht sich nicht nur die Entscheidungstransparenz, sondern auch die Ausrichtung an den Unternehmenszielen. Die Hauptschwierigkeit bei der Praxisanwendung dürfte in der Schätzung der Ein- und Auszahlungsfunktionen liegen. Sollten vorliegende Funktionsverläufe nicht den angenommenen Eigenschaften genügen oder nicht befriedigend approximierbar sein, so ist eine vollständig diskrete Variante des Optimierungsmodells anzuwenden. Das Modell ist insofern generalisierbar, als CMMI-basierte Reifegradmodelle zu den am häufigsten in der Praxis Eingesetzten zählen und zahlreiche Reifegradmodelle auf dem CMMI bzw. CMM beruhen. Selbst im Fall, dass ein Reifegradmodell zwar auf CMMI basiert, jedoch lediglich einen Kriterienkatalog zur Bestimmung von Reife- bzw. Fähigkeitsgraden und keine konkreten Verbesserungsmaßnahmen beinhaltet, kann das Optimierungsmodell angewendet werden, sofern eigene Verbesserungsmaßnahmen vorgeschlagen werden.

Das Optimierungsmodell weist folgende Limitationen auf, die in künftigen Forschungsarbeiten adressiert werden sollten:

1. Ein- und Auszahlungen werden aktuell als ex ante prognostizierbar angenommen. Während dies für kurze Planungshorizonte und genaue Schätzverfahren tolerierbar sein mag, werden Fehlentscheidungen bei längeren Planungshorizonten wahrscheinlicher. Daher wäre eine Erweiterung um risikobehaftete Zahlungsströme sinnvoll. Prozessverbesserungsmaßnahmen würden dann auf Basis erwarteter Barwerte, deren Streuungen und Risikopräferenzen geplant. Zudem wäre eine Ermittlung zentraler Einflussfaktoren hilfreich, um die Schätzung von Ein- und Auszahlungen zu unterstützen.
2. Bislang wurden allgemein konvexe Auszahlungs- und allgemein konkave Einzahlungsfunktionen unterstellt. Künftig könnte das Optimierungsmodell um andere Funktionstypen erweitert werden.
3. Das Optimierungsmodell leistet eine Ex-ante-Entscheidungsunterstützung bei der Bewertung von Plan-Alternativen. Eine zugehörige Ex-post-Kontrolle, welche die prognostizierten Wirkungen überprüft, und ggf. Korrekturmaßnahmen einleitet, ist noch zu ergänzen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass das Optimierungsmodell trotz des diskutierten Verbesserungspotenzials ein erster Schritt in Richtung einer ökonomisch fundierten Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen ist.

## 6. LITERATUR

- [1] Anupindi, R., Chopra, S., Deshmukh, S. D., Van Mieghem, J. A. und Zemel, E. 2006. *Managing Business Process Flows*. Prentice-Hall, Inc., New York, USA.

- [2] Balasubramanian, S. und Gupta, M. 2005. Structural metrics for goal based business process design and evaluation. *Business Process Management Journal* 11, 6, 680-694.
- [3] Balzert, H. 1998. *Lehrbuch der Software-Technik. Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung*. Spektrum, Heidelberg.
- [4] Baur, A., Merten, T. und Lörcher, M. 2005. *Handlungsanleitung zur Entwicklung der Prozessreife in prozessorientierten Unternehmen*. WEKA MEDIA, Kissing.
- [5] Becker, J., Kugeler, M. und Rosemann, M. 2008. *Prozessmanagement: ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung*. Springer, Heidelberg.
- [6] Becker, J., Knackstedt, R. und Pöppelbuß, J. 2009. Entwicklung von Reifegradmodellen für das IT-Management: Vorgehensmodell und praktische Anwendung. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 51, 3, 249-260.
- [7] Becker, J., Niehaves, B., Pöppelbuß, J. und Simons, A. 2010. Maturity Models in IS Research. In *Proceedings of the 18th European Conference on Information Systems* (Pretoria, 06. - 09. Juni 2010).
- [8] Becker, T. 2008. *Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren*. Springer, Heidelberg.
- [9] Bernecker, M. und Eckrich, K. 2003. *Handbuch Projektmanagement*. Oldenbourg, München.
- [10] Boehm, B. W., Abts, C., Windsor Brown, A., Chulani, S., Clark, B. K., Horowitz, E., Madachy, R., Reifer, D. und Steece, B. 2000. *Software Cost Estimation with COCOMO II*. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey.
- [11] BPM&O Architects GmbH 2009. *Umfrage Status Quo Prozessmanagement 2008/2009*. 2010-06-04. [http://www.prozessmanagement-news.de/bpm/opencms/de/downloads/Status\\_Quo\\_Prozessmanagement\\_2008\\_2009.pdf/](http://www.prozessmanagement-news.de/bpm/opencms/de/downloads/Status_Quo_Prozessmanagement_2008_2009.pdf/).
- [12] Bucher, T. und Winter, R. 2009. Geschäftsprozessmanagement – Einsatz, Weiterentwicklung und Anpassungsmöglichkeiten aus Methodensicht. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* 266, 5-15.
- [13] Capgemini 2006. *Trends in der Versicherungswirtschaft - Industrialisierung nimmt Gestalt an*. 2010-06-04. [http://www.at.capgemini.com/m/at/tl/Trends\\_in\\_der\\_Versicherungswirtschaft.pdf](http://www.at.capgemini.com/m/at/tl/Trends_in_der_Versicherungswirtschaft.pdf).
- [14] Coenenberg, A. G. und Salfeld, R. 2007. *Wertorientierte Unternehmensführung: Vom Strategieentwurf zur Implementierung*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- [15] Coenenberg, A. G. und Bamberg, G. 2006. *Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre*. Vahlen Verlag, München.
- [16] Davamanirajan, P., Kauffman, R. J., Kriebel, C. H. und Mukhopadhyay, T. 2006. Systems Design, Process Performance, and Economic Outcomes in International Banking. *Journal of Management Information Systems* 23, 2, 65-90.
- [17] de Bruin, T., Freeze, R., Kulkarni, U. und Rosemann, M. 2005. Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. In *Proceedings of the 16th Australasian Conference on Information Systems* (Sydney, 29. November - 02. Dezember 2005).



- [18] Doornik, R. und Jungum, N. V. 2008. Business process modelling, simulation and reengineering call centres. *Business Process Management Journal* 14, 6, 838-848.
- [19] Gartner 2010. *Leading in Times of Transition: The 2010 CIO Agenda*. 2010-06-04.  
[http://drishtikone.com/files/2010CIOAgenda\\_ExecSummary.pdf](http://drishtikone.com/files/2010CIOAgenda_ExecSummary.pdf).
- [20] Greb, T. und Kneuper, R. 2010. Unternehmenszielorientierte Prozessverbesserung mit CMMI. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* 273, 97-105.
- [21] Gulledge, T. R., Hirschmann, P. und Scheer, A. 1997. Value-Based Management of Inter-Organizational Business Processes. In *Proceedings of the third international conference on Wirtschaftsinformatik '97 - Internationale Geschäftstätigkeit auf der Basis flexibler Organisationsstrukturen und leistungsfähiger Informationssysteme* (Berlin, Feb 26 - 28, 1997). Heidelberg, 73-98.
- [22] Hammer, M. und Champy, J. 1993. *Reengineering the corporation - A manifesto for business revolution*. Beale, London.
- [23] Hammer, M. 2007. The Process Audit. *Harvard business review* 85, 4, 111-123.
- [24] Heilmann, H. und Kneuper, R. 2003. CMM (I)-Capability Maturity Model (Integration)-Ein Rahmen zur Gestaltung von Softwareentwicklungsprozessen. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 231, 63-70.
- [25] Huang, S. und Han, W. 2006. Selection priority of process areas based on CMMI continuous representation. *Information & Management* 43, 3, 297-307.
- [26] IT Governance Institute 2009. *CobIT 4.0 - Deutsche Ausgabe*. 2010-06-04.  
[http://www.isaca.ch/files/DO5\\_COBIT/CobIT%204.0%20Deutsch.pdf](http://www.isaca.ch/files/DO5_COBIT/CobIT%204.0%20Deutsch.pdf).
- [27] Jallow, A. K., Majeed, B., Vergidis, K., Tiwari, A. und Roy, R. 2007. Operational risk analysis in business processes. *BT Technology Journal* 25, 1, 168-177.
- [28] Kanevsky, V. und Housel, T. J. 1995. Value-Based Business Process Reengineering: An Objective Approach to Value Added. In *Business Process Change: Reengineering Concepts, Methods and Technologies*, Grover, V. und Kettinger, W. J. Eds. Idea Group Publishing, Hershey, PA, 376-401.
- [29] Mertens, P. 1996. Process Focus Considered Harmful? *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 38, 4, 446-447.
- [30] Neiger, D., Churilov, L., zur Muehlen, M. und Rosemann, M. 2006. Integrating Risks in Business Process Models with Value Focused Process Engineering. In *Proceedings of the 14th European Conference on Information Systems* (Gothenburg, 12. - 14. Juni 2006). 1606-1615.
- [31] Object Management Group 2008. *Business Process Maturity Model (BPMM) version 1.0*. 2010-12/02.  
<http://www.omg.org/spec/BPMM/1.0/PDF/>.
- [32] Opitz, O. 2004. *Mathematik: Lehrbuch für Ökonomen*. Oldenbourg, München.
- [33] Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B. und Weber, C. V. 1993. Capability maturity model, version 1.1. *IEEE Software* 10, 4, 18-27.
- [34] Perridon, L., Steiner, M. und Rathgeber, A. 2009. *Finanzwirtschaft der Unternehmung*. Vahlen, München.
- [35] Raffo, D., Settle, J. und Harrison, W. 1999. Estimating the financial benefit and risk associated with process changes. In *Proceedings of the First Workshop on Economics-Driven Software Engineering Research, International Conference on Software Engineering* (Los Angeles, 16. - 22. Mai 1999).
- [36] Rosemann, M. und de Bruin, T. 2005. Towards a business process management maturity model. In *Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems* (Regensburg, May 26-28, 2005). Regensburg, 521-532.
- [37] Schober, F. und Gebauer, J. 2009. How Much to Spend on Flexibility? Determining the Value of Information System Flexibility. In *Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems* (San Francisco, 06. - 09. August 2009).
- [38] Software Engineering Institute 2009. *CMMI for Services, Version 1.2*. 2009-06-04.  
<http://www.sei.cmu.edu/reports/09tr001.pdf>.
- [39] Tat Sze, C. und Müller, M. 2009. Reifegradmodell verbindet Prozesse mit Geschäftszielen. *Qualität und Zuverlässigkeit* 54, 1, 21-25.
- [40] Töpfer, A. 2007. *Six Sigma – Konzeption und Erfolgsbeispiele für praktizierte Null-Fehler-Qualität*. Springer, Heidelberg.
- [41] Varian, H. R. 2007. *Grundzüge der Mikroökonomik*. Oldenbourg, München.
- [42] Vitharana, P. und Mone, M. 2008. Measuring critical factors of software quality management: development and validation of an instrument. *Information Resources Management Journal* 21, 2, 18-37.
- [43] vom Brocke, J., Sonnenberg, C. und Simons, A. 2009. Wertorientiertes Prozessmanagement: State-of-the-Art und zukünftiger Forschungsbedarf. In *Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, 25. - 27. Februar 2009). Österreichische Computer Gesellschaft, Wien, 253-262.
- [44] vom Brocke, J., Recker, J. C. und Mendling, J. 2010. Value-oriented process modeling: integrating financial perspectives into business process re-design. *Business Process Management Journal* 16, 2, 333-356.
- [45] Welge, M. und Al-Laham, A. 2007. *Strategisches Management - Grundlagen, Prozess, Implementierung*. Gabler, Wiesbaden.
- [46] Wilde, T. und Hess, T. 2007. Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik - Eine empirische Untersuchung. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 49, 4, 280-287.
- [47] Wolf, C. und Harmon, P. 2010. *The State of Business Process Management 2010*. 2010-07-25.  
[http://www.bptrends.com/members\\_surveys/deliver.cfm?report\\_id=1004&target=2009%20BPTrends%20State%20of%20Market%20Rept%20-FINAL%20PDF%20CAP%202-1-10.pdf&return=surveys\\_landing.cfm](http://www.bptrends.com/members_surveys/deliver.cfm?report_id=1004&target=2009%20BPTrends%20State%20of%20Market%20Rept%20-FINAL%20PDF%20CAP%202-1-10.pdf&return=surveys_landing.cfm).
- [48] Yu, B. und Wright, D. T. 1997. Software tools supporting business process analysis and modelling. *Business Process Management Journal* 3, 2, 133-150.

# Die Integration des Kunden in Geschäftsprozesse – ein ökonomisches Modell und dessen Anwendung am Beispiel eines Versicherungsunternehmens

Julia Heidemann  
FIM Research Center  
University of Augsburg  
Universitätsstraße 12  
86159 Augsburg  
+49 (0)821 598 4800

julia.heidemann@wiwi.uni-augsburg.de

Nora Kamprath  
FIM Research Center  
University of Augsburg  
Universitätsstraße 12  
86159 Augsburg  
+49 (0)821 598 4882

nora.kamprath@wiwi.uni-augsburg.de

Anna-Luisa Müller  
FIM Research Center  
University of Augsburg  
Universitätsstraße 12  
86159 Augsburg  
+49 (0)821 598 4883

anna-luisa.mueller@wiwi.uni-augsburg.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Integration des Kunden in Geschäftsprozesse gewinnt seit einigen Jahren zunehmend an Bedeutung. Unternehmen versprechen sich dadurch nicht nur Kosteneinsparungen, sondern auch eine höhere Kundenbindung. Welche ökonomischen Auswirkungen durch die Kundenintegration für Unternehmen tatsächlich entstehen, bleibt jedoch meist unklar. Vor diesem Hintergrund wird die Notwendigkeit einer ex ante Bewertung der Kundenintegration in Geschäftsprozesse deutlich. Zudem werden bis dato damit verbundene Investitionsentscheidungen meist aus Sicht des Customer Relationship Managements oder aus Sicht des Prozessmanagements getroffen. Eine integrierte Betrachtung beider Sichtweisen findet nur unzureichend statt. Vor diesem Hintergrund wird in diesem Beitrag ein quantitatives Entscheidungsmodell entwickelt, mithilfe dessen Entscheidungen über die Integration des Kunden in Geschäftsprozesse ökonomisch fundiert getroffen werden können. Die praktische Anwendung des Modells wird am Beispiel eines international tätigen deutschen Versicherungsunternehmens veranschaulicht.

## Schlüsselwörter

Prozessmanagement, Customer Relationship Management, Kundenintegration, Geschäftsprozess, Versicherung

## 1. EINLEITUNG

Eine stärkere Kundenorientierung gewinnt seit einigen Jahren als Wettbewerbsfaktor insbesondere in Dienstleistungsunternehmen zunehmend an Bedeutung [46]. Zur Steigerung der Flexibilität bezüglich des Marktgeschehens unterziehen sich Unternehmen gleichzeitig einem organisatorischen Wandel von einer funktionalen zu einer prozessorientierten Organisation [21]. Dies

bestätigt auch das Marktforschungsunternehmen Gartner in der weltweiten Studie „Leading in Times of Transition: The 2010 CIO Agenda“, bei der ca. 1.600 CIOs befragt wurden. Diese sehen unter den zehn bedeutendsten Herausforderungen die Verbesserung von Geschäftsprozessen ebenso wie die effektivere Kundenansprache und die profitable Gestaltung von Kundenbeziehungen [17].

Ausgehend von dieser Entwicklung wandelt sich der Kunde immer mehr vom passiven Leistungsempfänger zum aktiven Aufgabenträger, der bspw. über Self-Services in das Unternehmen integriert wird [44]. Kundenintegration bedeutet dabei, dass der Kunde durch von ihm zur Verfügung zu stellende sogenannte externe Faktoren in betriebliche Leistungserstellungsprozesse eingebunden wird und diese aktiv mitgestalten kann [30]. In der Realwirtschaft ist der Kunde schon seit einigen Jahren zentral in den Geschäftsprozessen von Unternehmen verankert: So kann der Kunde bspw. in Buchungssystemen von Fluggesellschaften (z. B. Lufthansa) selbst aktiv werden oder bei Stromanbietern wie z. B. Yello Strom sein Kundenkonto eigenständig eröffnen [20]. Aber auch bei Finanzdienstleistern wie z. B. der Fidor Bank kann der Kunde selbstständig Festgeldanlagen vornehmen oder mit anderen Kunden Ratschläge austauschen. Versicherungen ziehen nach und bieten innovative Produkte wie z. B. die iCard24 der ERGO Direkt Versicherungen an – eine Prepaid-Versicherung, die der Kunde selbstständig abschließt, und bei der er zudem die Meldung und Abwicklung von Schadensfällen übernimmt. Diese Beispiele zeigen die Bedeutung, die dem Thema Kundenintegration in der aktuellen Unternehmenspraxis in vielfacher Hinsicht zukommt.

Unternehmen verfolgen auf der einen Seite durch die Integration des Kunden in Geschäftsprozesse das Ziel, Prozessverbesserungen und damit Kosteneinsparungen zu erzielen [48]. Auf der anderen Seite versprechen sie sich eine erhöhte Kundenbindung [10] sowie eine Steigerung der Kundenzufriedenheit [7] und andere positive Effekte auf die Kundenbeziehung. Dabei erfolgt, wie bei zahlreichen anderen Projekten im Customer Relationship Management (CRM), selten ein Monitoring oder eine Erfolgskontrolle der Maßnahmen [9]. Oftmals bleibt daher unklar, mit welchen ökonomischen Auswirkungen die Kundenintegration für Unternehmen verbunden ist. Ebenso bleibt meist

unberücksichtigt, dass selbst kostenintensive Investitionsprojekte nicht den gewünschten Erfolg generieren [43] und teilweise sogar zu großen finanziellen Schäden für Unternehmen führen können [14]. Bisher existieren jedoch sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis kaum quantitative Ansätze zur Bewertung der Kundenintegration in Geschäftsprozesse. Dieser Mangel an Bewertungsverfahren resultiert zudem in teilweise intransparenten Bewertungsergebnissen und kann dazu führen, dass faktisch unwirtschaftliche Projekte umgesetzt werden. Dies kann durch eine fundierte, ökonomische Bewertung verhindert werden. Ziel des Beitrags ist daher die Entwicklung eines quantitativen Entscheidungsmodells, mit dessen Hilfe Entscheidungen über die Integration des Kunden in Geschäftsprozesse ökonomisch fundiert getroffen werden können. Hierfür ist eine integrierte Betrachtung sowohl aus der Perspektive des Prozessmanagements als auch aus der Sicht des CRM unabdingbar.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Abschnitt 2 wird der Stand der Forschung zur Kundenintegration in Geschäftsprozesse vorgestellt. Im darauf folgenden Abschnitt 3 wird mithilfe eines formal-deduktiven Vorgehens [54] ein quantitatives Modell entwickelt, das es ermöglicht Entscheidungen über die Integration des Kunden in Geschäftsprozesse ökonomisch fundiert zu treffen. Darauf aufbauend wird in Abschnitt 4 die Anwendbarkeit des Modells am Beispiel eines großen deutschen Versicherungsunternehmens illustriert. Abschnitt 5 fasst die Ergebnisse schließlich zusammen, würdigt diese kritisch und zeigt weiteren Forschungsbedarf auf.

## 2. STAND DER FORSCHUNG

Die zunehmende Bedeutung der Kundenintegration in Geschäftsprozesse in der Praxis führt auch in der Wissenschaft zu zahlreichen Beiträgen aus unterschiedlichsten betriebswirtschaftlichen Disziplinen. So wird Kundenintegration in der Literatur z. B. im Innovationsmanagement, in der Produktentwicklung bspw. im Zusammenhang mit Mass Customization oder auch im Marketing, wo der Kunde als Co-Marketer aktiv werden kann [33], thematisiert. Zudem existieren verschiedene Begrifflichkeiten wie bspw. „Prosumer“ [51], „Co-Produzent“ [42], „Co-Designer“ [37], „partial-employee“ [47] oder auch „Customer Participation“ [49] bzw. „Kundenbeteiligung“, die teilweise synonym verwendet werden, um den Sachverhalt der Kundenintegration zum Ausdruck zu bringen, aber auch unterschiedliche Verständnisse über die Rolle des Kunden implizieren. Den Begriffsauffassungen ist gemein, dass der Nachfrager einer Sach- oder Dienstleistung an der Leistungserstellung des Anbieters mitwirkt [15]. Kleinaltenkamp versteht unter Kundenintegration sogar ein Managementkonzept, das die Verschmelzung der Wertschöpfungsprozesse von Kunden und Anbieter fördert [29]. Im Gegensatz zum Crowdsourcing, bei dem Unternehmensaufgaben von einer undefiniert großen Gruppe von Personen außerhalb des Unternehmens wahrgenommen werden [27], ist die Kundenintegration, bei welcher der Kunde nur an der Erbringung der von ihm genutzten Leistungen mitwirkt, enger gefasst. Betrachtet man speziell Dienstleistungen, so ist die Kundenintegration sogar konstituierendes Merkmal, da diese erst durch die Integration des Kunden bzw. seiner Information in den Geschäftsprozess erbracht werden können [5]. Insgesamt wird deutlich, dass der Untersuchungsgegenstand Kundenintegration in zahlreichen Kontexten und Forschungsbereichen thematisiert wird. Die genannten Definitionen veranschaulichen, dass sowohl Kunde als auch Prozess wesentliche Bestandteile der Kundenintegration sind. Um den modellbasierten Ansatz dieses

Beitrags einordnen zu können, sind daher vor allem Forschungsarbeiten aus Prozessmanagement und CRM von Bedeutung.

Aus der Forschung zum Prozessmanagement, welches die Planung, Durchführung und Kontrolle von Geschäftsprozessen zum Gegenstand hat [2], wurden verschiedene Ansätze zur Prozessbewertung entwickelt, die auch für die Bewertung der Kundenintegration relevante Methoden liefern können. Trotz der Tatsache, dass ein Großteil der Arbeiten zur Prozessbewertung konzeptioneller bzw. qualitativer Natur sind (z. B. [32; 39]), existieren dennoch Ansätze zur quantitativen Bewertung von Geschäftsprozessen, die jeweils unterschiedliche Bewertungsgegenstände fokussieren: So werden das Prozessdesign bzw. Prozessmodelle u. a. von Heinrich et al. [24], Balasubramanian und Gupta [1] und Neiger et al. [38] durch quantitative Metriken bzw. Algorithmen bewertet. Auch Yang et al. beurteilen Sourcingentscheidungen auf quantitative Weise [56]. Darüber hinaus bewerten Braunwarth et al. Automatisierungsentscheidungen anhand barwertiger Cashflows und gehen damit über die reine Orientierung an kurzfristig ausgerichteten Größen wie dem Periodengewinn hinaus [4]. Für die Prozessbewertung existieren somit vereinzelt quantitative Vorgehensweisen, deren grundlegende Konzepte eine Basis für die Bewertung der Kundenintegration bilden können. Weiterer Methoden bedient sich bspw. Das [12], der Metriken zur Bewertung der Kundenintegration in den Supply Chain Management Prozess unter der Prämisse der Gewinnmaximierung betrachtet. Weiter analysieren Engelhardt und Freiling das Ausmaß der Kundeneinflussnahme in Prozesse anhand der Eingriffsintensität [13]. Darüber hinaus gehen Kleinaltenkamp und Schweikart auf das Controlling der Kundenintegration näher ein und erweitern die traditionelle Prozesskostenrechnung zu einer flexiblen und kundenbezogenen Variante, welche bspw. mehrere Kosteneinflussgrößen zulässt [31]. Insgesamt gibt es damit in der Literatur zum Prozessmanagement erste Ansätze zur quantitativen Prozessbewertung und zur Betrachtung der Kundenintegration, wobei Auswirkungen auf den Kunden bisher nur unzureichend berücksichtigt werden. Eine Verknüpfung der beiden Disziplinen Prozessmanagement und CRM bei der Bewertung wird nur selten bspw. von Heinrich und Leist, die sich mit dem Design von Kundenbeziehungsprozessen auseinander setzen, forciert [25]. Dies ist umso erstaunlicher, als das mit der Definition des Begriffs Geschäftsprozess nach Hammer und Champy die hohe Relevanz eines Prozesses aus Unternehmens- und Kundensicht betont wird [22; 52].

Neben den Arbeiten aus dem Prozessmanagement wird das Thema Kundenintegration auch in Forschungsbeiträgen zum CRM beleuchtet. Dabei wird die Integration des Kunden als eine spezielle Ausgestaltung der Kundenbeziehung verstanden, bei welcher der Kunde Aktivitäten und Prozesse übernimmt, die ursprünglich im Bereich des Unternehmens lagen [53]. Die Literatur im Bereich CRM zum Thema Kundenintegration ist überwiegend charakterisiert durch konzeptionelle und qualitative Beiträge: So analysieren Piller et al. Erfolgsfaktoren der Kundenintegration im Bereich der Mass Customization [41]. Darüber hinaus evaluiert Jacob, ob die Kundenintegrationskompetenz, d. h. die Fähigkeit eines Unternehmens, Maßnahmen zur Kundenintegration umzusetzen, als Erfolgsfaktor für die Individualisierung von Dienstleistungen verwendet werden kann [28]. Weitere Arbeiten zum Thema Kundenintegration im CRM beschäftigen sich mit der

Konzeptualisierung und Operationalisierung des Integrationsverhaltens von Anbieter und Nachfragern [8], mit dem Spektrum möglicher Integrationsausprägungen [11], aber auch mit den unterschiedlichen Integrationswirkungen auf die Leistungserstellung [36]. Im Gegensatz zu diesen meist qualitativen Arbeiten zum Thema Kundenintegration lassen sich in der CRM-Literatur allgemein zahlreiche Beiträge zu anderen Themengebieten identifizieren, bei denen sowohl der Customer Lifetime Value als auch der Customer Equity als zentrale Bewertungs- und Steuerungsgrößen verwendet werden (z. B. [23; 45]). Während der Customer Lifetime Value der Summe der diskontierten Ein- und Auszahlungen über die Dauer einer Kundenbeziehung entspricht [3], ist der Customer Equity definiert als die Summe der diskontierten Ein- und Auszahlungen aller Kundenbeziehungen über ihre Bindungsdauer an ein Unternehmen [45]. Diese beiden zentralen Bewertungsgrößen finden – trotz der Tatsache, dass es sich beim Thema Kundenintegration um ein intensiv untersuchtes Forschungsfeld im CRM handelt – bisher in der CRM-Literatur zur Kundenintegration keinen Eingang. Unabhängig von der Frage nach einer sinnvollen Bewertungsgröße findet zwar eine qualitative Auseinandersetzung mit dem Thema Kundenintegration statt, auf eine umfassende Bewertung der Kundenintegration nach quantitativen Kriterien wird bisher jedoch verzichtet.

Insgesamt lässt sich daher festhalten, dass sowohl im Prozessmanagement als auch im CRM erste Ansätze zur Bewertung der Kundenintegration in Geschäftsprozesse vorhanden sind und dabei das Konstrukt Kundenintegration aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet wird. Allerdings existiert nach Kenntnis der Autoren bisher kein Ansatz, der einerseits die ökonomischen Auswirkungen der Kundenintegration in Geschäftsprozesse quantitativ bewertet und andererseits die zwingend erforderliche Verknüpfung der Disziplinen Prozessmanagement und CRM fokussiert. Vor diesem Hintergrund wird im folgenden Abschnitt ein ökonomisches Entscheidungsmodell entwickelt, welches die Kundenintegration in Geschäftsprozesse sowohl aus einer Kunden- als auch einer Prozessperspektive ökonomisch bewertet.

### 3. ENTSCHEIDUNGSMODELL

Um zu identifizieren, wo in einem Geschäftsprozess der Kunde unter ökonomischen Gesichtspunkten als Aufgabenträger integriert werden soll, wird im Folgenden ein quantitatives Entscheidungsmodell entwickelt. Das Modell basiert auf der Überlegung, Maßnahmen zur Kundenintegration als Investitionen zu betrachten. Dabei wird untersucht, ob die potenziellen Einsparungen im Prozessbetrieb (*Prozesswirkung*) und die mögliche Cashflow-Wirkung der Kundenintegration auf den Kunden (*Kundenwirkung*), die für das gesamte Projekt notwendigen Investitionsauszahlungen rechtfertigen. Als Bewertungskriterium wird der Barwert der resultierenden Ein- und Auszahlungen herangezogen [40]. Dabei wird keine fallabhängige Prozesskonfiguration für einzelne Prozessinstanzen (Prozessdurchläufe) bestimmt, sondern der Beitrag fokussiert vielmehr die Gestaltung von Prozessmodellen. Dem Modell liegen verschiedene Annahmen und Definitionen zugrunde, die im Folgenden erläutert werden.

Bevor ermittelt werden kann, ob die Integration von Kunden in einen spezifischen Prozessschritt unter ökonomischen

Gesichtspunkten sinnvoll ist, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- B1: Da bestimmte Prüf-, Kontroll-, Planungs-, Steuerungs- und Unterstützungsaufgaben im Unternehmen verbleiben müssen, kann der Gesamtprozess nicht vollständig durch den Kunden übernommen werden.
- B2: Aufgaben, die für das Unternehmen von strategischer Bedeutung sind (bspw. Aufgaben, durch die Unternehmenswissen preisgegeben würde), können nicht durch den Kunden durchgeführt werden.
- B3: Eine Selbstselektion der Kunden sorgt dafür, dass der Kunde nur dann Aufgaben übernimmt, wenn für ihn dadurch ein subjektiv wahrnehmbarer Wert bzw. Nutzen<sup>1</sup> entsteht.

Sind diese Bedingungen erfüllt, kann der Kunde prinzipiell in die Geschäftsprozesse eines Unternehmens integriert werden. Dies bedeutet, dass der Kunde in spezifische Geschäftsprozesse eingebunden wird und diese von Unternehmen und Kunden gemeinsam durchgeführt werden. Betrachtet wird ein einzelner Geschäftsprozess eines Unternehmens, wobei die Wechselwirkungen mit anderen Geschäftsprozessen nicht betrachtet werden. Ein Geschäftsprozess ist dabei definiert als eine Menge von Aktivitäten in einem Kontrollfluss, der eine Reihenfolgebeziehung festlegt [22]. In einem Kontrollfluss können Verzweigungen und Zusammenführungen auftreten. Es wird dabei von einem schleifenfreien Prozess ausgegangen. Die parallele Ausführung von Teilprozessen wird nicht betrachtet. Ein Teilprozess  $p_i$  (mit  $i = 1, 2, \dots, n$ ) ist dabei definiert als eine Teilmenge der Gesamtmenge von Aktivitäten eines Prozesses. In einem Geschäftsprozess kann ein Teilprozess entweder nur vom Kunden oder nur vom Unternehmen durchgeführt werden, jedoch nicht von beiden.<sup>2</sup> Die Entscheidungen über alternative Bearbeitungsmöglichkeiten werden an prozessualen Entscheidungsknoten getroffen. Davon sind die fachlichen Entscheidungsknoten zu unterscheiden, an denen die Eigenschaften des Prozessinputs (z. B. Kundengruppe des Kunden, der einen Antrag stellt) die weitere Bearbeitungsweise bestimmen [4]. Da an jedem prozessualen Entscheidungsknoten im Prozess eine Bearbeitungsweise gewählt wird, ergeben sich somit unterschiedliche Prozessvarianten, die im Folgenden als Integrationsvarianten bezeichnet werden. Eine Integrationsvariante  $d_k$  (mit  $k = 1, 2, \dots, 2^n$ ), die als Vektor  $\vec{d}_k = (p_1, p_2, \dots, p_n) \in \{0,1\}^n$  dargestellt werden kann, ergibt sich aus einer bestimmten Abfolge von Teilprozessen, bei der an jedem prozessualen Entscheidungsknoten des Geschäftsprozesses ein bestimmter Bearbeitungsmodus gewählt wird. Für einen speziellen Teilprozess  $p_i$  gilt  $p_i = 0$  falls keine Kundenintegration im betrachteten Teilprozess  $p_i$  stattfindet und  $p_i = 1$  falls der Kunde den Teilprozess  $p_i$  ausführt. Dabei gilt aufgrund der Bedingungen B1 und/oder B2, dass die Integrationsvariante  $\vec{d}_k = (1, 1, \dots, 1)$  nicht zulässig ist.

<sup>1</sup> Dabei handelt es sich um den Customer Value (vgl. [18; 55]) bzw. den wahrgenommen Kundenwert aus Nachfragersicht (vgl. [34]). Dessen detaillierte Betrachtung ist jedoch nicht Gegenstand der weiteren Untersuchung.

<sup>2</sup> Es findet unternehmensseitig keine Unterscheidung zwischen personellen und maschinellen Aufgabenträgern statt (vgl. [19]).

Für die Bestimmung der optimalen Integrationsvariante  $\vec{d}_k^*$ , die aufzeigt, welche Teilprozesse der Kunde unter ökonomischen Gesichtspunkten als Aufgabenträger übernehmen soll, wird der Barwert aller der Kundenintegration zurechenbaren Zahlungsveränderungen erfasst. Dabei sind Ein- und Auszahlungen vor der Durchführung des Projekts zur Kundenintegration nicht relevant, was im Sinne einer Differenzinvestitionsbetrachtung die Komplexität der Bewertung reduziert. Im Folgenden wird zwischen Investitionsauszahlungen für die Maßnahmen zur Kundenintegration, den dadurch induzierten Zahlungsveränderungen im Prozessbetrieb (*Prozesswirkung*) sowie den entstehenden ökonomischen Auswirkungen auf das Kundenverhalten (*Kundenwirkung*) unterschieden. Bei den betrachteten Zahlungsgrößen handelt es sich um deterministische und barwertige Größen.

Für die Umsetzung der Kundenintegration fallen im Unternehmen unterschiedliche Investitionsauszahlungen an: So sind einerseits Investitionsauszahlungen  $I_i \in \mathbb{R}_+$  zu tätigen, die einem Teilprozess  $p_i$  zurechenbar sind (z. B. Auszahlungen für den Aufbau neuer Infrastruktur, den Ausbau bestehender Infrastruktur oder für die Bereitstellung neuer Software-Funktionalitäten). Der Vektor  $\vec{I} = (I_1, I_2, \dots, I_n) \in \mathbb{R}_+^n$  fasst die teilprozessspezifischen Investitionsauszahlungen zusammen. Andererseits fallen Investitionsauszahlungen  $I^{\text{ges}}(\vec{d}_k)$  an, welche keinem Teilprozess, sondern einer spezifischen Integrationsvariante  $\vec{d}_k$  zurechenbar sind. Mögliche Auszahlungen umfassen hier bspw. Investitionsauszahlungen für das Projektmanagement (z. B. für Projektplanung und -kontrolle), das Change Management (z. B. für Schulungen der Vertriebsmitarbeiter) und das Geschäftsprozessmanagement (z. B. für die Anpassung der Geschäftsprozesse). Da je nach Projekt diese Maßnahmen aufgrund eines längeren Umsetzungszeitraums nicht alle sofort zahlungswirksam werden müssen, wird der Barwert der Auszahlungen erfasst. Damit ergibt sich die gesamte Investitionsauszahlung  $I_k$  einer Integrationsvariante  $\vec{d}_k$  wie folgt:

$$I_k = \vec{d}_k \cdot \vec{I} + I^{\text{ges}}(\vec{d}_k) \quad (1)$$

wobei

- $I_k$ : Gesamte Investitionsauszahlung einer Integrationsvariante  $\vec{d}_k$
- $\vec{I}$ : Vektor der teilprozessspezifischen Investitionsauszahlungen
- $I^{\text{ges}}(\vec{d}_k)$ : Investitionsauszahlungen, die einer Integrationsvariante  $\vec{d}_k$  zurechenbar sind

Neben den Investitionsauszahlungen sind für die Bewertung der Kundenintegration die Veränderungen der Ein- und Auszahlungen im Prozessbetrieb  $\Delta B$  (*Prozesswirkung*) zu berücksichtigen. Es besteht ein Unterschied in der Zusammensetzung und Höhe dieses Bestandteils, je nachdem ob der Teilprozess  $p_i$  vom Kunden oder unternehmensseitig durchgeführt wird. Es existieren teilprozessspezifische Veränderungen der Ein- und Auszahlungen  $\Delta B_i \in \mathbb{R}$ , welche als Vektor  $\vec{\Delta B} = (\Delta B_1, \Delta B_2, \dots, \Delta B_n) \in \mathbb{R}^n$  darstellbar sind. Dazu zählen u. a. die Auszahlungen für Personal, Material, Miete und Wartung. Im Bezug auf die Personalauszahlungen kann es sich bspw. positiv auf die Effizienz des Unternehmens auswirken, dass der Kunde Aufgaben ausführt,

die eigentlich durch die Mitarbeiter ausgeübt werden [26]. Gleichzeitig müssen aber im Unternehmen verstärkt Service- und Supportleistungen z. B. für die Bearbeitung einer gestiegenen Anzahl von Kundenanfragen zur Verfügung gestellt werden [57]. Außerdem resultiert die Integration des Kunden in zusätzlichen fachlichen Schnittstellen zwischen Unternehmen und Kunden, deren Betrieb und Management mit Auszahlungen für das Unternehmen verbunden ist. Diese mit der fachlichen Schnittstelle in Verbindung stehenden Auszahlungen fallen bspw. beim Eingreifen von Servicemitarbeitern in die Bearbeitung oder für die Aufbereitung von Daten zur Erfüllung von Sicherheitsstandards bezüglich sensibler Kundendaten an [16]. Je komplexer die Einbindung des Kunden an einer fachlichen Schnittstelle ist, desto höhere Auszahlungen fallen im Unternehmen für die fachliche Abstimmung und technische Integration an. Diese Auszahlungen für den Betrieb und das Management der fachlichen Schnittstelle zwischen zwei aufeinander folgenden Teilprozessen  $p_i$  und  $p_j$  ( $1 \leq i < j \leq n$ ) werden in einer  $n \times n$ -Matrix  $Z$  erfasst. Die einzelne Komponente  $Z_{ij} \in \mathbb{R}$  spiegelt dabei die Auszahlung wider, die mit der fachlichen Schnittstelle zwischen den Teilprozessen  $p_i$  und  $p_j$  in Verbindung steht. Es gilt außerdem:  $Z_{ii}=0$  ( $1 \leq i \leq n$ ). Es sind alle fachlichen Schnittstellen des vom Kunden ausgeführten Teilprozesses mit allen direkt vorgelagerten und nachfolgenden Teilprozessen (aufgrund von Zusammenführungen oder Verzweigung können dies mehrere sein) zu berücksichtigen. Dafür ist die Summation aller Auszahlungen, die mit den betrachteten fachlichen Schnittstellen in Verbindung stehen, notwendig.

Die gesamten Veränderungen der Ein- und Auszahlungen für den Prozessbetrieb  $\Delta B_k$  einer spezifischen Integrationsvariante  $\vec{d}_k$  ergeben sich aus der Veränderung der Ein- und Auszahlungen für den Prozessbetrieb, die einem Teilprozess  $p_i$  direkt zurechenbar sind und der mit den fachlichen Schnittstellen in Verbindung stehenden Auszahlungen wie folgt:

$$\Delta B_k = \vec{d}_k^T \cdot \vec{\Delta B} + \vec{d}_k^T \cdot G \cdot \vec{d}_k \quad (2)$$

wobei

- $\Delta B_k$ : Gesamte Veränderung der Ein- und Auszahlungen für den Prozessbetrieb einer Integrationsvariante  $\vec{d}_k$
- $\vec{\Delta B}$ : Veränderung der teilprozessspezifischen Ein- und Auszahlungen für den Prozessbetrieb
- $G$ : Matrix der Auszahlungen, die mit den fachlichen Schnittstellen zwischen aufeinanderfolgenden Teilprozessen in Verbindung stehen

Die Matrix  $G$  fasst die Auszahlungen, die mit den betrachteten fachlichen Schnittstellen in Verbindung stehen, aus Matrix  $Z$  für alle möglichen Schnittstellen zusammen:

$$G = \begin{pmatrix} \sum_{q=1}^n Z_{1,q} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ -2Z_{2,1} & \sum_{q=1}^n Z_{2,q} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -2Z_{3,2} & \sum_{q=1}^n Z_{3,q} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & -2Z_{n,n-1} & \sum_{q=1}^n Z_{n,q} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Auf der Diagonalen der Matrix  $G$  steht die Summe aller mit den fachlichen Schnittstellen in Verbindung stehenden Auszahlungen für den Fall, dass jeweils ein einzelner Teilprozess  $p_i$  vom Kunden ausgeführt wird. Falls der Kunde in aufeinanderfolgende Teilprozesse integriert wird und dadurch an diesen Stellen die Schnittstellen zwischen Kunde und Unternehmen entfallen, werden die mehrfach berücksichtigten Auszahlungen eliminiert (Subtrahenden auf der ersten Nebendiagonale). Im zweiten Summanden von Gleichung (2) stellt die Multiplikation der Matrix  $G$  mit dem Vektor der Integrationsvariante  $\vec{d}_k$  und dem transponiertem Vektor  $\vec{d}_k^T$  sicher, dass aus der Matrix  $G$  genau die Elemente für die Teilprozesse ausgewählt werden, die vom Kunden durchgeführt werden (d. h.  $p_i=1$ ).

Abschließend sind für die Bewertung der Kundenintegration die Veränderungen der Ein- und Auszahlungen, die mit dem Kunden in Verbindung stehen (*Kundenwirkung*) zu berücksichtigen, da die Kundenintegration deren Verhalten – bspw. ihre Bindung an das Unternehmen, ihr Weiterempfehlungsverhalten, aber auch ihre Zahlungsbereitschaft – verändern kann. Diese Veränderungen der kundenbezogenen Ein- und Auszahlungen werden mittels der Veränderung des Customer Equity  $\Delta CE_k \in \mathbb{R}$  quantifiziert und sind zu trennen von den Veränderungen der Ein- und Auszahlungen für den Prozessbetrieb, welche bereits in der Größe  $\Delta B_k$  erfasst sind.<sup>3</sup> Das resultierende, für den Kunden subjektiv wahrnehmbare „Gesamtprozesserlebnis“ [35] kann dabei unterschiedlich sein, je nachdem welche Teilprozesse der Kunde ausführt. Für jede Integrationsvariante  $\vec{d}_k$  ergibt sich somit eine unterschiedliche Veränderung des Customer Equity  $\Delta CE(\vec{d}_k)$ . Hat der Kunde einer Versicherung bspw. die Möglichkeit seinen Versicherungsantrag fallabschließend zu bearbeiten, kann dies einen positiveren Effekt auf die Kundenbindung und damit auf sein zukünftiges Zahlungsverhalten haben, als die einfache Eingabe seiner Kundendaten. Daraus folgt für die gesamte Veränderung des Customer Equity  $\Delta CE_k$  einer Integrationsvariante  $\vec{d}_k$ :

$$\Delta CE_k = \Delta CE(\vec{d}_k) \quad (4)$$

<sup>3</sup> Obwohl beide Veränderungen der Ein- und Auszahlungen durch den Kunden induziert sind, werden in diesem Ansatz die Effekte separat erfasst. Da die Kunden- und Prozessperspektive im Fokus des vorliegenden Beitrags stehen, sind die Auswirkungen der Kundenintegration auf die unternehmensinternen Abläufe von der Auswirkung auf den Kunden zu trennen.

Für die Bestimmung der optimalen Durchlaufvariante  $\vec{d}_k^*$ , die aufzeigt, welche Teilprozesse der Kunde unter ökonomischen Gesichtspunkten als Aufgabenträger übernehmen soll, wird der barwertige Gesamtcashflow  $CF_k \in \mathbb{R}_0$  einer Integrationsvariante  $\vec{d}_k$  ermittelt. Er ergibt sich aus der Summe der Investitionsauszahlungen  $I_k$ , den Veränderungen der Ein- und Auszahlungen für den Prozessbetrieb  $\Delta B_k$  und den Veränderungen des Customer Equity  $\Delta CE_k$ :

$$\Delta CF_k = I_k + \Delta B_k + \Delta CE_k \quad (5)$$

Anhand der näheren Spezifikation von (5) durch das Einsetzen von (1), (2) und (4) ergibt sich der barwertige Gesamtcashflow  $CF_k$  einer Integrationsvariante  $\vec{d}_k$  wie folgt:

$$\begin{aligned} \Delta CF_k &= \\ &= \vec{d}_k \cdot \vec{I} + I^{\text{ges}}(\vec{d}_k) + \vec{d}_k^T \cdot \vec{\Delta B} + \vec{d}_k^T \cdot G \cdot \vec{d}_k + \Delta CE(\vec{d}_k) \end{aligned} \quad (6)$$

Strebt das Unternehmen nach der Maximierung des Gesamtcashflows  $CF_k$ , so kann die optimale Integrationsvariante  $\vec{d}_k^*$  folgendermaßen bestimmt werden:

$$\vec{d}_k^* = \arg \max_k CF_k \quad (7)$$

Da im vorliegenden Beitrag nicht einzelne Aktionen eines Unternehmens, sondern Teilprozesse, in denen bereits mehrere Aktionen zusammengefasst sind, bei der Bewertung der Kundenintegration betrachtet werden und grundsätzlich nur bestimmte Teilprozesse für die Kundenintegration in Frage kommen (vgl. Bedingungen B1-B3), kann die maximale Anzahl der Integrationsvarianten  $2^n$  auf eine übersichtliche Anzahl reduziert werden. Somit ist die Ermittlung der optimalen Integrationsvariante  $\vec{d}_k^*$  durch kombinatorische Verfahren oder bspw. durch vollständige Enumeration über alle realisierbaren Integrationsvarianten möglich. Welche Algorithmen zur Bestimmung der optimalen Integrationsvariante in höherdimensionalen Fällen herangezogen werden, hängt davon ab, welche zusätzlichen Eigenschaften die einzelnen Zahlungsbestandteile besitzen. Insgesamt erlaubt das vorliegende Entscheidungsmodell, diejenigen Prozessschritte eines Unternehmens zu identifizieren, in die der Kunde unter ökonomischen Gesichtspunkten als Aufgabenträger integriert werden soll und stellt somit einen ersten Ansatz zur ökonomischen Bewertung der Kundenintegration in Geschäftsprozesse dar.

## 4. ANWENDUNG DES MODELLS

Im Folgenden wird am Beispiel eines Versicherungsunternehmens das in Abschnitt 3 vorgestellte Entscheidungsmodell zur ökonomischen Bewertung der Kundenintegration in Geschäftsprozesse angewendet und dessen praktischer Nutzen illustriert.

### 4.1 Das Versicherungsunternehmen

Das global tätige deutsche Versicherungsunternehmen bietet seinen Kunden umfassende hochwertige Lösungen in den Bereichen Sach-, Lebens- und Krankenversicherung an. Es verfolgt das Ziel einer verstärkten Kundenintegration in seine Geschäftsprozesse, um den Kunden bspw. durch den Aufbau spezifischen Know-hows langfristig an das Unternehmen zu binden und auf diese Weise Lock-in-Effekte zu erzielen. Die

Integration des Kunden wird dabei mittels Self-Services realisiert, wobei der Schwerpunkt bisher auf der reinen Information des Kunden (wie die Durchführung der Vertrags- und Postkorbverwaltung) lag. Ein großer Unterschied besteht zudem zwischen den verschiedenen Versicherungssparten: Während Kunden in der Sachversicherung die zuvor genannten Funktionalitäten durchführen können, wird dies im Bereich Lebens- und Krankenversicherung bisher kaum ermöglicht. Daher sehen die befragten Experten aus dem Bereich Marktmanagement diesbezüglich noch deutliches Entwicklungspotenzial. Ziel der Voranalyse ist die Evaluation, ob es ökonomisch sinnvoll ist, bestimmte Teilprozesse des Antragsprozesses vom Kunden ausführen zu lassen.

## 4.2 Datenerhebung

Die verwendeten Daten wurden im Rahmen dieser Arbeit mithilfe qualitativer Expertenbefragungen erhoben und aus Vertraulichkeitsgründen anonymisiert und leicht modifiziert, wobei die grundsätzlichen Ergebnisse erhalten geblieben sind. Die Befragung der Expertengruppe, bestehend aus Vertretern unterschiedlicher Unternehmensbereiche (u. a. IT, Betriebsorganisation, Controlling und Marktmanagement) in Verbindung mit Erfahrungswissen und theoretischen Erkenntnissen lieferte folgende Informationen für die Voranalyse der Kundenintegration in den betrachteten Prozess: Bei den Projektauszahlungen wird vereinfachend davon ausgegangen, dass aufgrund des absehbaren Umsetzungszeitraums von ca. einem Jahr alle Projektkosten sofort zahlungswirksam werden. Es sind

**Tabelle 1: Zahlungsveränderungen im betrachteten Antragsprozess**

<b>Teilprozesse</b> <b>Eingabewerte in TEUR</b>	<b>Beratung</b>	<b>Auswahl Vertragsgestaltung</b>	<b>Antrags-erstellung</b>	<b>Antrags-über-mittlung</b>	<b>Informationsquelle</b>
<i>Investitionszahlungen (einmalig)</i>					
• Bereitstellung Infrastruktur (Hardware)	[-10; -4]* -7**	[-4; -2] -3	[-8; -4] -6	[-5; -3] -4	Erfahrungswerte der IT-Abteilung
• Bereitstellung Funktionalitäten (Software)	[-75; -65] -70	[-40; -20] -30	[-70; -50] -60	[-45; -35] -30	Erfahrungswerte der IT-Abteilung und Anwendung von Aufwandschätzungsverfahren
• Projektmanagement	[-300; -100] -200				Beratungsverträge und Erfahrungswerte der Abteilung Betriebsorganisation
• Change Management	[-75; -25] -50				Erfahrungswerte der Abteilungen Betriebsorganisation, IT und Marktmanagement
• Geschäftsprozessmanagement	[-155; -165] -160				Erfahrungswerte der Abteilungen Betriebsorganisation und IT
<i>Ein- bzw. Auszahlungen für Prozessbetrieb (p. a.)</i>					
• Management der fachlichen Schnittstelle zum Kunden	[1; 3] 2	[1,5; 2,5] 2	[4; 8] 6	[3,5; 4,5] 4	Erfahrungswerte der Abteilungen Betriebsorganisation und IT
• Personal	[-8; -4] -6	[1; 3] 2	[7; 9] 8	[5; 9] 7	Tagessatz der Mitarbeiter aus den Zahlen des Controllings/ Erfahrungswerte zu den notwendigen Bearbeitungszeiten
• Material und Miete	[3; 5] 4	[2; 4] 3	[7,5; 8,5] 8	[5; 7] 6	Erfahrungswerte der Abteilung Betriebsorganisation
• Wartung/Aktualisierung	[-3; -1] -2	[0,5; 1,5] 1	[-6; -4] -5	[-5; -3] -4	Bei manueller Ausführung: Tagessatz und notwendige Bearbeitungszeit; bei automatischer Ausführung: Erfahrungswerte der IT-Abteilung
<i>Veränderung des Customer Equity (p. a.)</i>					
• Veränderungen im Kundenverhalten	[120; 160] 140				Abschätzung aus Kundenbefragungen und Erfahrungswerte zu den unterschiedlichen Teileffekten betreffend das Weiterempfehlungs- und Bindungsverhalten der Kunden

\*[Minimalwert; Maximalwert]; \*\*Mittelwert

im Unternehmen bisher weder die Software-Funktionalitäten noch die Infrastruktur, die für die Kundenintegration benötigt werden, vorhanden. Die Experten gaben zudem an, dass im Rahmen des Change Management neben Schulungen von Mitarbeitern des Kundensupports (Call Center) auch eine Veränderung des Provisionsmodells des Vertriebs umzusetzen sei. Ausgangspunkt für die Angaben der Experten zum Geschäftsprozessmanagement waren ihre Erfahrungswerte, welche zahlungsmäßigen Veränderungen mit der Anbindung von neuen Vertriebskanälen verbunden sind. Das Management der fachlichen Schnittstellen zwischen Kunde und Unternehmen sei nach Auskunft der Experten außerdem besonders dann von Bedeutung, wenn im Betrieb ein Eingreifen von Servicemitarbeitern notwendig ist. Zu den Veränderungen des Customer Equity merkten sie an, dass es sich dabei um eine zukunftsorientierte Zielgröße handelt, deren Veränderung nur schwer quantifizierbar ist. Bisher konnte daher der Gesamtwert der Kundenwirkung im Unternehmen nicht vollständig kalkuliert werden, so dass in diesem Fall theoretische Erkenntnisse und Erfahrungen in die Berechnung einfließen. Aus diesem Grund wurde eine vereinfachte Kundenwertanalyse durchgeführt. Der durchschnittliche Kundenwert eines Versicherungskunden ermittelt sich dabei aus den drei Kennzahlen Kundenbindung, Kundenpotenzial und Kundenrentabilität und konnte über alle Kunden hinweg zum Customer Equity aggregiert werden. Dieser Wert dient als Ausgangsbasis, um die Veränderungen des Customer Equity durch die Kundenintegration abzuschätzen. Außerdem wurden die unterschiedlichen erwarteten Veränderungen im Verhalten der Kunden bspw. in ihrem Weiterempfehlungs-, Bindungs- und Wiederkaufverhalten erfasst. Zusätzlich wurden Kunden in einer Befragung gebeten, ebenfalls ihre Verhaltensänderungen einzuschätzen, falls sie einen Teilprozess selbstständig durchführen können. Eine Übersicht der zur Anwendung des Modells benötigten Informationen sowie u. a. von den Experten verwendete Informationsquellen illustriert Tabelle 1.

### 4.3 Prozessbewertung anhand des Antragsprozesses

Im Folgenden wird die Integration des Kunden in den Antragsprozess des betrachteten Versicherungsunternehmens analysiert und der resultierende Cashflow ermittelt. Bisher wird der Kunde noch nicht in den Antragsprozess integriert. Die Kundenintegration kann jedoch aufgrund der Tatsache, dass die Gestaltung der Beratungs- und Antragsfunktionalität (bspw. im Bezug auf Benutzerfreundlichkeit und Aktualität) das Außenbild des betrachteten Versicherungsunternehmens entscheidend beeinflusst, deutliche ökonomische Auswirkungen haben. Im Folgenden werden in Anlehnung an [50] die Teilprozesse  $p_i$  des

Antragsprozesses für einfache, nicht beratungsintensive Produkte für Privatkunden (z. B. eine Privat-Haftpflichtversicherung) kurz beschrieben. Ausgangspunkt der Betrachtung sind Kunden, die einen Versicherungsvertrag abschließen möchten. Die *Beratung* und die Festlegung der passenden *Konfiguration der Vertragsgestaltung* (bspw. die Bestimmung der Höhe der Selbstbeteiligung in der KFZ-Versicherung) sind dabei Grundlage für die *Antragserstellung*. Obwohl traditionellerweise Vermittler den Kunden in Beratungsgesprächen über das Produkt informieren, können Kunden sowohl die Information über die Versicherungsprodukte also auch die Anpassung der Verträge auf ihre spezifischen Bedürfnisse bspw. mittels geeigneter Beratungsalgorithmen selbstständig übernehmen. Auch die *Antragsübermittlung* wird standardmäßig durch den Kundenberater vorgenommen, kann aber ebenso vom Kunden ausgeführt werden. Nachdem der Antrag der korrekten Bearbeitungsstelle zugewiesen wurde und die Ablage der Kundendokumente im Dokumentenmanagement des Unternehmens vorgenommen wurde, erfolgen nach der Antragsfassung abschließend eine Risikoprüfung und die Erstellung der Vertragsdokumente, welche entweder aus Vertraulichkeitsgründen im Postkorb des Kunden hinterlegt werden oder ihm in gedruckter Form zugestellt werden. Da diese Prüf- und Steuerungstätigkeiten durch das Unternehmen durchgeführt werden müssen, kann man sie im Teilprozess *Antragsbearbeitung* zusammenfassen. Aus den unterschiedlichen möglichen Bearbeitungsweisen für die 4 Teilprozesse, in die der Kunde eingebunden werden kann, resultieren  $2^4=16$  mögliche Integrationsvarianten. Abbildung 1 illustriert den Antragsprozess graphisch. Die Abbildung ist an die UML 2.0-Notation für Aktivitätsdiagramme angelehnt, wobei es sich bei den dargestellten Entscheidungsknoten ausschließlich um prozedurale Entscheidungsknoten handelt.

Damit für den betrachteten Antragsprozess diejenigen Teilprozesse  $p_i$  identifiziert werden können, in die der Kunde unter ökonomischen Gesichtspunkten als Aufgabenträger integriert werden soll, muss das Versicherungsunternehmen alle Zahlungsveränderungen für jeden Teilprozess  $p_i$  mit potentieller Kundenintegration erfassen. In dem Fall, dass eine Zurechenbarkeit zum Teilprozess  $p_i$  in dem Versicherungsunternehmen aufgrund eines zu hohen Aufwands nicht möglich ist (z. B. bei den Auszahlungen für das Projektmanagement), wird der Wert für den Gesamtprozess erfasst. Aufgrund der unterschiedlichen fachlichen Spezialisierungen und Erfahrungen der befragten Experten resultieren unterschiedliche Einschätzungen zur Höhe der anfallenden Zahlungen in Euro. Daher werden in Tabelle 1 die Bandbreiten der Expertenschätzungen durch die Angabe von

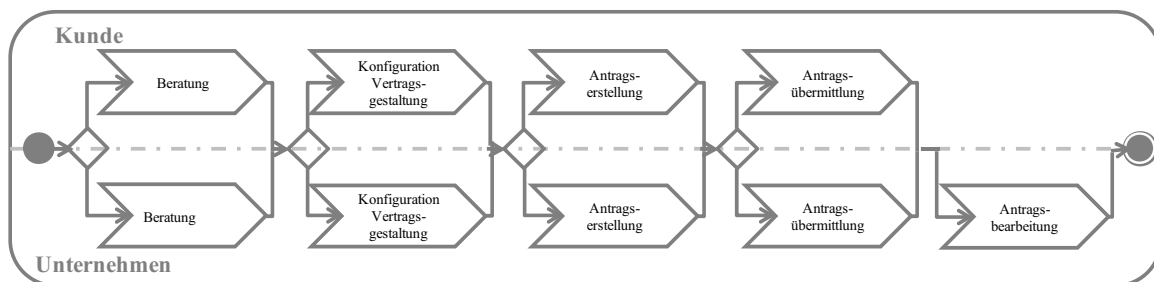


Abbildung 1: Antragsprozess



gerundeten Minimal- und Maximalwerten in tausend Euro in eckigen Klammern angegeben (z. B. [2; 4]). Für die weitere Berechnung wird der Mittelwert verwendet, welcher für jeden Teilprozess unterhalb der jeweiligen Bandbreite angegeben ist.

Aus allen möglichen realisierbaren Integrationsvarianten wählt das Versicherungsunternehmen nun ex ante diejenige Integrationsvariante  $\vec{d}_k^*$  aus, die den höchsten Gesamtcashflow generiert. Für die Berechnung des barwertigen Cashflows (vgl. Formel (6)) wird der projektspezifische Kalkulationszins von 6% für den Kalkulationszeitraum von 5 Jahren unterstellt. Diese Daten stammen ebenfalls aus den Befragungen der Experten des betrachteten Unternehmens. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht aller möglichen Integrationsvarianten  $\vec{d}_k$  und den jeweils resultierenden Gesamtcashflow. Dabei werden die vom Kunden ausgeführten Teilprozesse in dunkelgrau dargestellt.

**Tabelle 2: Integrationsvarianten und Gesamtcashflows**

Integrationsvariante		Gesamtcashflow
1		-200.000 €
2		94.306 €
3		180.430 €
4		185.341 €
5		190.492 €
6		95.005 €
7		99.916 €
8		105.067 €
9		186.040 €
10		191.190 €
11		196.101 €
12		100.615 €
13		110.677 €
14		196.800 €
15		105.765 €
16		111.376 €

Der negative Gesamtcashflow der Integrationsvariante 1 ergibt sich dadurch, dass zwar Investitionsauszahlungen für die Umsetzung der Kundenintegration anfallen, jedoch keine Einzahlungen generiert werden. Dies resultiert daher, dass nur Zahlungsveränderungen betrachtet werden, die der Kundenintegration zurechenbar sind. Unter den gegebenen Rahmenbedingungen werden bei der optimalen

Integrationsvariante ( $\vec{d}_k^*=14$ ), die einen Gesamtcashflow von 196.800 € erzielt, die Teilprozesse *Auswahl der Vertragsgestaltung*, *Antragserstellung* und *Antragsübermittlung* vom Kunden ausgeführt. Die *Beratung* sollte demnach durch das

Versicherungsunternehmen selbst vorgenommen werden. Vor dem Hintergrund, dass es sich bei diesem Unternehmen wie bei den meisten Versicherungen um komplexe und erklärungsbedürftige Produkte handelt und fehlende Erläuterungen bspw. durch einen Vermittler dazu führen können, dass der Kunde keinen Vertrag abschließen wird, ist es aus ökonomischer Sicht bei diesem Unternehmen sinnvoll, diesen Teilprozess nicht vom Kunden durchführen zu lassen. Die übrigen Teilprozesse können dagegen durch geeignete Applikationen technisch so unterstützt werden, dass der Kunde die Funktionalitäten eigenständig ausführen kann.

Die Erkenntnisse der vorliegenden Analyse bilden die Ausgangsbasis für eine mögliche Durchführung und Umsetzung der Kundenintegration in den betrachteten Antragsprozess. Zusammenfassend ermöglicht das vorgestellte Entscheidungsmodell zur ökonomischen Bewertung der Kundenintegration dem Versicherungsunternehmen, diejenigen Teilprozesse zu identifizieren, in die der Kunde unter ökonomischen Gesichtspunkten als Aufgabenträger integriert werden soll. Damit ist es dem Versicherungsunternehmen möglich, zielgerichtet in diejenigen Teilprozesse zu investieren, in denen sich die Kundenintegration ökonomisch positiv auswirkt.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Integration des Kunden in Geschäftsprozesse gewinnt in der aktuellen Unternehmenspraxis in vielfacher Hinsicht an Bedeutung. Oftmals bleibt jedoch unklar, mit welchen ökonomischen Auswirkungen die Kundenintegration für ein Unternehmen verbunden ist. Vor diesem Hintergrund wurde im vorliegenden Beitrag ein quantitatives Entscheidungsmodell zur ökonomischen Bewertung der Kundenintegration in Geschäftsprozesse entwickelt, das einerseits die ökonomischen Auswirkungen bewertet und andererseits die zwingend erforderliche integrierte Betrachtung von Prozess- und Kundenperspektive fokussiert. Mithilfe des Modells ist es möglich, diejenigen Prozessschritte eines Unternehmens zu identifizieren, in die der Kunde unter ökonomischen Gesichtspunkten als Aufgabenträger integriert werden soll. Die praktische Anwendung des Modells wurde am Beispiel eines Versicherungsunternehmens illustriert.

Trotz des Mehrwerts, den der vorliegende Beitrag an der Schnittstelle von CRM und Prozessmanagement liefert, existieren verschiedene Limitationen. So ist die Annahme deterministischer Zahlungsgrößen im Modell kritisch zu sehen. Obwohl Entscheidungen in der Praxis oft auf der Annahme sicherer Zahlungsströme basieren, trifft dies nur auf wenige Fälle zu. Inhalt weiterführender Forschungsansätze sollte es daher sein, die Erweiterung um eine Risikobetrachtung vorzunehmen, um unsichere Entwicklungen zukünftiger Zahlungen in der Realität bspw. aufgrund des vorhandenen Betrugspotenzials von Seiten der Kunden besser abbilden zu können. Auch die in diesem Beitrag ausgeblendeten Wechselwirkungen zwischen Geschäftsprozessen, sollten Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten sein. Darüber hinaus ist im Rahmen der praktischen Anwendbarkeit zu berücksichtigen, dass die exakte Zurechenbarkeit zum jeweiligen Teilprozess bzw. zum Gesamtprozess in der Praxis nicht immer überschneidungsfrei möglich ist. Auch wird die mit der Kundenintegration einhergehende Veränderung des Customer Equity, bisher in der Praxis nur unzureichend berücksichtigt und lässt sich daher in der Regel nur schwer quantifizieren. Zudem bleibt zu evaluieren, inwieweit das Modell auch über den

Versicherungskontext und das betrachtete Unternehmen hinaus anwendbar ist. Bei einer Übertragung auf andere Branchen bspw. Banken sind die jeweiligen spezifischen Rahmendbedingungen zu berücksichtigen. Eine Anwendung in anderen Unternehmen erscheint zudem sinnvoll, um die hier gewonnenen Daten zu verifizieren. Zusammenfassend stellt das Entscheidungsmodell trotz des diskutierten Erweiterungspotenzials einen wichtigen ersten Schritt in Richtung einer ökonomisch fundierten Bewertung der Integration des Kunden in Geschäftsprozesse dar.

## 6. LITERATUR

- [1] Balasubramanian, S. und Gupta, M. 2005. Structural metrics for goal based business process design and evaluation. *Business Process Management Journal* 11, 6, 680-694.
- [2] Becker, J., Kugeler, M. und Rosemann, M. 2005. *Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung*. Springer, Berlin et al.
- [3] Berger, P. D. und Nasr, N. I. 1998. Customer Lifetime Value: Marketing Models and Applications. *Journal of Interactive Marketing* 12, 1, 17-30.
- [4] Braunwarth, K., Kaiser, M. und Müller, A. 2010. Economic Evaluation and Optimization of the Degree of Automation in Insurance Processes. *Business & Information Systems Engineering* 2, 1, 29-39.
- [5] Bruhn, M. 2008. *Qualitätsmanagement für Dienstleistungen - Grundlagen, Konzepte, Methoden*. Springer, Berlin.
- [6] Bruhn, M. und Stauss, B. 2009. *Kundenintegration: Forum Dienstleistungsmanagement*. Gabler, Wiesbaden.
- [7] Burghard, W. und Kleinaltenkamp, M. 1996. Standardisierung und Individualisierung - Gestaltung der Schnittstelle zum Kunden. In *Customer Integration - Von der Kundenorientierung zur Kundenintegration*, Kleinaltenkamp, M., Fleiß, S. und Jacob, F. Hrsg. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [8] Büttgen, M. 2007. *Kundenintegration in den Dienstleistungsprozess*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [9] Capgemini 2010. *CRM-Barometer 2009/2010*. 30.Juni 2010. <http://www.de.capgemini.com/insights/publikationen/crm-barometer-2009-2010/>
- [10] Chow, W. S., Madu, C. N., Kuei, C., Lu, M. H., Lin, C. und Tseng, H. 2008. Supply Chain Management in the US and Taiwan: An empirical study. *Omega* 36, 665-679.
- [11] Corsten, H. 2000. Der Integrationsgrad des externen Faktors als Gestaltungsparameter in Dienstleistungsunternehmungen - Voraussetzungen und Möglichkeiten der Externalisierung und Internalisierung. In *Dienstleistungsqualität. Konzepte - Methoden - Erfahrungen*, Bruhn, M. und Stauss, B. Hrsg. Wiesbaden, 145-168.
- [12] Das, K. 2009. Using Customer Integration to Improve Supply Chain Performance. In *Proceedings of the 40th SWDSI Annual Conference* (Oklahoma, US, 28.-29.Februar 2009).
- [13] Engelhardt, W. H. und Freiling, J. 1995. Integrativität als Brücke zwischen Einzeltransaktion und Geschäftsbeziehung. *Marketing ZFP* 17, 1, 37-43.
- [14] Enkel, E., Kausch, C. und Gassmann, O. 2005. Managing the Risk of Customer Integration. *European Management Journal* 23, 2, 203-213.
- [15] Fließ, S. 2001. *Die Steuerung von Kundenintegrationsprozessen: Effizienz in Dienstleistungsunternehmen*. Gabler, Wiesbaden.
- [16] Fridgen, M. und Heinrich, B. 2005. Investitionen in die unternehmensweite Anwendungssystemintegration - Der Einfluss der Kundenzentrierung auf die Gestaltung der Anwendungslandschaft. *Die Betriebswirtschaft* 65, 1, 43-61.
- [17] Gartner 2010. *Leading in Times of Transition: The 2010 CIO Agenda*. 04.Juni 2010. [http://drishtikone.com/files/2010CIOAgenda\\_ExecSummary.pdf](http://drishtikone.com/files/2010CIOAgenda_ExecSummary.pdf).
- [18] Graf, A. und Maas, P. 2008. Customer value from a customer perspective: a comprehensive review. *Journal für Betriebswirtschaft* 58, 1-20.
- [19] Grob, H. L., Bensberg, F. und Coners, A. 2008. Regelbasierte Steuerung von Geschäftsprozessen – Konzeption eines Ansatzes auf Basis von Process Mining. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 50, 4, 268-281.
- [20] Gronover, S., Senger, E. und Riempp, G. 2002. Management multimedialer Kundeninteraktionen - Grundlagen und Entscheidungsunterstützung. *i-Com - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien* 1, 1, 25-31.
- [21] Haarländer, N., Schönherr, M. und Krallmann, H. 2005. Flexibilisierung durch integrierte prozessorientierte IT-Systeme. In *Erfolgsfaktor Flexibilität, Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen*, Kaluza, B. und Blecker, T. Hrsg. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 229-250.
- [22] Hammer, M. und Champy, J. 1993. *Reengineering the corporation - a manifesto for business revolution*. Bealey, London.
- [23] Heiligenthal, J. und Skiera, B. 2007. Optimale Verteilung eines Budgets auf Aktivitäten zur Kundenakquisition, Kundenbindung und Add-on-Selling. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 77, Special Issue 3, 117-141.
- [24] Heinrich, B., Bolsinger, M. und Bewernik, M. 2009. Automated Planning of Process Models: The Construction of Exclusive Choices. In *Proceedings of the 30th International Conference on Information Systems, ICIS* (Phoenix, Arizona, 15.-18.Dezember 2009).
- [25] Heinrich, B., Zellner, G. und Leist, S. 2009. CRM actions and processes - goal-oriented design based on relationship values. In *Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, 25.-27.Februar 2009). Österreichische Computer Gesellschaft, Wien, 171-180.
- [26] Hoffmann, K. D. und Bateson, J. E. G. 1997. *Essentials of services marketing*. The Dryden Press, Fort Worth.

- [27] Howe, J. 2009. *Crowdsourcing - Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business*. Three Rivers Press, New York.
- [28] Jacob, F. 2006. Preparing industrial suppliers for customer integration. *Industrial Marketing Management* 35, 45-56.
- [29] Kleinaltenkamp, M. 1996. Customer Integration - Kundenintegration als Leitbild für Business-to-Business-Marketing. In *Customer Integration - von der Kundenorientierung zur Kundenintegration*, Kleinaltenkamp, M., Fließ, S. und Jacob, F. Hrsg. Gabler, Wiesbaden, 13-24.
- [30] Kleinaltenkamp, M. 1997. Kundenintegration. *WiSt-Wirtschaftswissenschaftliches Studium* 7, 350-355.
- [31] Kleinaltenkamp, M. und Schweikart, J. 2006. Controlling der Kundenintegration. In *Handbuch Marketingcontrolling: Effektivität und Effizienz einer marktorientierten Unternehmensführung*, Reinecke, S. Hrsg. Gabler, Wiesbaden, 342-368.
- [32] Kueng, P. und Kawalek, P. 1997. Goal-based business process models: creation and evaluation. *Business Process Management Journal* 3, 1, 17-38.
- [33] Martin, C. R. j., Horne, D. A. und Chan, W. S. 2001. A Perspective on Client Productivity in Business-to-Business Consulting Services. *International Journal of Service Industry Management* 12, 2, 137-157.
- [34] Matzler, K. 2000. Customer Value Management. *Die Unternehmung* 54, 4, 289-308.
- [35] Meuter, M. L., Bitner, M. J., Ostrom, A. L. und Brown, S. W. 2005. Choosing Among Alternative Service Delivery Modes: An Investigation of Customer Trial of Self-Service Technologies. *Journal of Marketing* 69, 61-83.
- [36] Meyer, A. 2001. *Dienstleistungsmarketing - Erkenntnisse und praktische Beispiele*. München.
- [37] Möller, S. 2004. *Interaktion bei der Erstellung von Dienstleistungen*. Gabler, Wiesbaden.
- [38] Neiger, D., Churilov, L., zur Muehlen, M. und Rosemann, M. 2006. Integrating Risks in Business Process Models with Value Focused Process Engineering. In *Proceedings of the 14th European Conference on Information Systems* (Gothenburg, 12.-14.Juni 2006). 1606-1615.
- [39] Nissen, M. E. 1994. *Valuation IT through virtual process measurement*. 30.Juni 2010. [http://www.usc.edu/dept/ATRIUM/Papers/Process\\_Measurement.ps](http://www.usc.edu/dept/ATRIUM/Papers/Process_Measurement.ps).
- [40] Perridon, L., Steiner, M. und Rathgeber, A. 2009. *Finanzwirtschaft der Unternehmung*. Vahlen, München.
- [41] Piller, F., Moeslein, K. und Stoko, C. M. 2004. Does mass customization pay? An economic approach to evaluate customer integration. *Production Planning and Control* 15, 4, 435-444.
- [42] Ramirez, R. 1999. Value Co-Production: Intellectual Origins and Implications for Practice and Research. *Strategic Management Journal* 20, 1, 49-65.
- [43] Rigby, D. K. und Ledingham, D. 2004. CRM done right. *Harvard Business Review*. 82, 11, 118-129.
- [44] Rohrbeck, R., Steinhoff, F. und Perder, F. 2010. Sourcing Innovation from Your Customer: How Multinational Enterprises Use Web Platforms for Virtual Customer Integration. *Technology Analysis & Strategic Management* 22, 4, 117-131.
- [45] Rust, R. T., Lemon, K. N. und Zeithaml, V. A. 2004. Return on marketing: Using customer equity to focus marketing strategy. *Journal of Marketing* 68, 1, 109-127.
- [46] Rust, R. T., Lemon, K. N. und Narayandas, D. 2005. *Customer Equity Management*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- [47] Schneider, B. und Bowen, D. E. 1983. New Services Design, Development and Implementation and the Employee. In *Developing New Services*, George, W. R. und Marshall, C. E. Hrsg. American Marketing Association, Chicago, 82-110.
- [48] Sharma, A. und Tzokas, N. 2002. Personal Selling and Sales Management in the Internet Environment. Lessons Learned. *Journal of Marketing Management* 18, 3-4, 249-258.
- [49] Silpakit, P. und Fisk, R. P. 1985. "Participating" the Service Encounter: A Theoretical Framework. In *Services Marketing in a Changing Environment*, Bloch, T. M., Upah, G. D. und Zeithaml, V. A. Hrsg. Chicago, 117-121.
- [50] Sittaro, N., Cundius, C. und Ringel, J. 2008. Große Defizite in den Antragsprozessen deutscher Lebensversicherer. *Versicherungswirtschaft* 20, 1748-1750.
- [51] Toffler, A. 1980. *Die dritte Welle: Die Zukunftschance*. Goldmann, München.
- [52] vom Brocke, J., Sonnenberg, C. und Simons, A. 2009. Wertorientiertes Prozessmanagement: State-of-the-Art und zukünftiger Forschungsbedarf. In *Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, 25.-27.Februar 2009). Österreichische Computer Gesellschaft, Wien, 253-262.
- [53] Wikström, S. 1996. Value creation by company-consumer interaction. *Journal of Marketing Management* 12, 5, 359-374.
- [54] Wilde, T. und Hess, T. 2007. Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik - Eine empirische Untersuchung. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 49, 4, 280-287.
- [55] Woodruff, R. B. 1997. Customer value: The next source for competitive advantage. *Journal of the Academy of Marketing Science* 25, 2, 139-153.
- [56] Yang, D. H., Kim, S., Nam, C. und Min, J. W. 2007. Developing a decision model for business process outsourcing. *Computers and Operations Research* 34, 12, 3769-3778.
- [57] Zeithaml, V. A. und Bitner, M. J. 2000. *Services marketing*. Irwin MacGraw-Hill, New York.

# Integrierende geschäftsorientierte Servicearchitektur am Beispiel des Bankenbereichs

Falk Kohlmann  
University of Leipzig  
Grimmaische Strasse 12  
D-04109 Leipzig  
0049 341 97 33 600

{kohlmann}@wifa.uni-leipzig.de

Rainer Alt  
University of Leipzig  
Grimmaische Strasse 12  
D-04109 Leipzig  
0049 341 97 33 600

{Rainer.alt}@uni-leipzig.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Mit den Industrialisierungstendenzen im Bankenbereich verbreitet sich auch in diesem zentralen Dienstleistungsbereich die überbetriebliche Vernetzung. Wie Anwendungen in anderen Branchen gezeigt haben, erfordert dieses möglichst umfassend überbetrieblich akzeptierte Konventionen bezüglich Prozessen, Funktionen und Daten. Der Einsatz von Referenzarchitekturen, wie RosettaNet, das Y- oder H-Modell hat sich hier bewährt. Im Bankenbereich sind derartige Referenzarchitekturen trotz vorhandener Ansätze bei IBM oder unternehmensweiter Initiativen wenig verbreitet. Zudem sind viele dieser Ansätze technisch motiviert und erstrecken sich noch kaum auf die Bildung fachlicher Komponenten bzw. Services. Dieser Beitrag setzt hier an und liefert einen Vorschlag für eine integrierende geschäftsorientierte Servicearchitektur im Bankenbereich, dessen Anwendbarkeit zwei Fallstudien illustrieren.

## Schlüsselwörter

Serviceorientierte Architektur, Konfiguration, Bankenindustrie.

## 1. MOTIVATION UND LEITIDEEN

Als eine der dominanten Dienstleistungsbranchen haben die Banken in den vergangenen Jahrzehnten sukzessive Industrialisierungsstrategien umgesetzt und damit eine Verringerung ihrer Wertschöpfungstiefe [1, S.48] sowie eine stärkere Vernetzung erreicht. Als Grundlage dieser Entwicklung finden sich mehrere Treiber: (1) neue Wettbewerbsstrukturen durch Nichtbanken, (2) wachsende regulatorische und rechtliche Anforderungen, (3) steigende Kundenanforderungen und Veränderung der Kundenstruktur, (4) höhere Produktkomplexität, sowie zunehmende Anforderungen in den Bereichen (5) Informationstechnologie (IT) und (6) Wettbewerbsfähigkeit [2, S.321f]. Da IT ein integraler Bestandteil

zur Durchführung des informationsintensiven Bankgeschäftes ist [3, S.31], kommt ihr eine Schlüsselrolle bei der Bewältigung des Strukturwandels zu [4, S.90]. Die Veränderung der (Kern-) Applikationen in Banken ist jedoch durch lange Zyklen geprägt, bedingt durch die hohe Anzahl an Applikationen [5, S.763]. [6, S.108] schlagen deshalb eine Strukturierung des Bankgeschäftes in sogenannte ‚Building Blocks‘ vor. Diese in (Wirtschafts-) Informatik und Organisationstheorie [7, S.420] seit längerem bekannte Komponentenorientierung setzt sich im Konzept serviceorientierter Architekturen (SOA) fort. Basis sind definierte Services, die sich aufgrund standardisierter Schnittstellen und verborgener Geschäftslogik flexibel zu Abläufen zusammensetzen und bei Bedarf mit geringerem Aufwand auch austauschen lassen. Ein Beispiel für ein SOA-basiertes Geschäftsmodell ist die Hypoport AG, ein Broker für Finanzdienstleistungen, mehrheitlich Hypothekarkrediten, welcher durch SOA neue Funktionalitäten gestalten und diese durch Integration externer Services ergänzen kann [8, S.9]. Trotz der zahlreichen mit der Serviceorientierung verbundenen Potentiale bedeuten die Entwurfskomplexität und das Management einer SOA Herausforderungen, die Aufwandstreiber darstellen [9, S.100ff]. Eine weitere Herausforderung liegt in der Heterogenität des Konzeptverständnisses von SOA im Allgemeinen und Services im Speziellen. Das in der Informatik beheimatete SOA-Konzept knüpft vorrangig an die Komponenten- oder Objektorientierung an [10, S.12, 11, S.9] und stellt in dieser applikationsorientierten Perspektive lediglich auf die Services und deren Interaktion aus einer technischen Perspektive ab [12, S.61]. Die Fokussierung auf dieses applikationsorientierte SOA-Verständnis ohne Berücksichtigung von Geschäfts- und Prozessarchitekturen ist ein Faktor, welcher zu fehlerhaften Interpretationen und Erwartungen in der Vergangenheit führte [13, S.6]. Die Amortisation einer SOA infolge eines technisch geprägten Verständnisses ist allenfalls langfristig zu erwarten [14, S.12]. Entsprechend dieser Defizite lässt sich eine Leitidee formulieren, welche wiederum über die Forschungsfrage die Gestaltung der integrierenden geschäftsorientierten Servicearchitektur beeinflusst. *SOA müssen die technische Perspektive überwinden und sich in eine geschäftsorientierte Perspektive einbetten (Leitidee #1).*

Eine Vernetzung der geschäfts- und applikationsorientierten Perspektive und eine Bündelung der Begriffsheterogenität versucht die sich etablierende interdisziplinäre Forschungsrichtung der Service Science [15, S.243]. Gemäß dem Verständnis der Service Science sind die geschäfts- und applikationsorientierte Perspektive auch für IT-gestützte Services integriert zu betrachten. Die Forderung nach der Integration der Perspektiven findet sich auch in SOA-Konzept bezogenen Studien [13, S.7] und Literatur [16, S.7,17, S.524]. Folglich sollten *integrierende Servicearchitekturen*

*multidimensional Modelle auf mehreren Untersuchungsebenen berücksichtigen (Leitidee #2)* [18, S. 271]. Beispielsweise differenziert der St. Galler Ansatz des Business Engineering (BE) die drei Ebenen Strategie, Prozess und System [19, S. 16ff] und beinhaltet zur konsistenten und systematischen Integration aller Bestandteile Metamodelle [20, S.2]. Entsprechend sollten auch *integrierende Servicearchitekturen metamodellbasiert sein (Leitidee #3)*.

Empirische Untersuchungen [21, S.22] zeigen, dass aktuell erst wenige Unternehmen eine über einzelne Services hinausgehende SOA im Einsatz haben und sich viele im Anfangsstadium befinden. Hierfür benötigen die Unternehmen mit entsprechendem Wissen ausgestattete Projektmitarbeiter [22, S.49ff]. Der Rückgriff auf vorgefertigte Lösungen in Form von Referenzmodellen kann dabei Aufwände reduzieren und notwendiges Wissen netzwerkweit vermitteln. Entsprechend ist zu erwarten, dass *eine vorgefertigte branchenspezifische Servicearchitektur die Anwendung für Banken erleichtert (Leitidee #4)*.

Ausgehend von diesen vier Leitideen ist es das weitere Ziel dieses Beitrages eine mögliche Lösung für eine geschäftsorientierte Servicearchitektur für Banken aufzuzeigen und diese anhand zweier Fallstudien anzuwenden. Kapitel zwei gibt einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand und zeigt Grenzen bestehender Ansätze auf. Während das dritte Kapitel darauf aufbauend die Bestandteile einer solchen integrierenden Servicearchitektur beschreibt zeigt das vierte Kapitel die Anwendung anhand zweier Fallstudien aus der Schweiz. Daraus lassen sich Erkenntnisse hinsichtlich Potentialen und Grenzen des vorgestellten Ansatzes ableiten. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## 2. FORSCHUNGSSTAND UND -BEITRAG

### 2.1 Forschungsfrage und -prozess

Zahlreiche SOA-Beiträge haben sich auf das technische Verständnis einer SOA konzentriert [23, S.644ff, 24, S.66f]. Dies zeigt auch eine Analyse von Publikationen ausgewählter Journale, wonach bis 2006 mehr Beiträge zu Web Services als zum Konzept von SOA selbst veröffentlicht wurden [25, S.48]. Ausgehend von den Leitideen #1 und #2 ist es daher das Ziel eine SOA zu beschreiben, die geschäfts- und applikationsorientierte Perspektive zu verbindet, indem sie, den Ideen des Prozessmanagements folgend, von den Geschäftsprozessen ausgeht und diese als Bindeglied zwischen Geschäftsstrategie und Applikationsarchitektur begreift. Dies führt zur Forschungsfrage nach den *Bestandteilen einer integrierenden, geschäftsorientierten Servicearchitektur für Banken einerseits und dem Zusammenwirken dieser Elemente andererseits*.

Zur Beantwortung dieser anwendungsorientierten Forschungsfrage dient die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik, welche ein vierstufiges Vorgehen von der Analyse über den Entwurf und die Evaluation hin zur Diffusion vorsieht [26, S.13ff]. Die letzten drei Phasen bilden einen dreifach durchlaufenen Iterationszyklus: Während die erste Iteration die Konzeption der Architektur beinhaltet, konzentrierte sich der zweite Zyklus auf die Weiterentwicklung der Architektur auf Basis der Anwendungserkenntnisse des ersten Zyklus und einer unternehmensübergreifenden Umfrage. Der dritte Zyklus betraf die Anwendung der Referenzmodellierung zur Architekturkonstruktion und deren qualitativ und quantitativ empirische Evaluation. Die beschriebenen Fallstudien

sind dem zweiten (Schweizer Bank) bzw. dem dritten Zyklus zuzuordnen (Softwarehersteller).

### 2.2 Gestaltungsoptionen

In der Vergangenheit haben sich verschiedene Gestaltungsoptionen für die Entwicklung einer SOA und der enthaltenen Services entwickelt: (1) ein geschäftsorientiertes Vorgehen bezeichnet die Ableitung von Services aus den Marktleistungen und Geschäftsprozessen eines Unternehmens, um diese flexibel intern und/oder extern organisieren zu können. Dem gegenüber steht (2) ein applikationsorientiertes Vorgehen, welches aus bestehenden Applikationen Services ableitet mit dem Ziel einer effizienteren Nutzung der technischen Fähigkeiten und Backend-Systeme einer Organisation. Ein dritter hybrider Ansatz (3) geht geschäftsorientiert von den Prozessen oder applikationsorientiert von den Applikationen aus, um im Anschluss entgegengesetzt die technische Realisierbarkeit bzw. den geschäftlichen Nutzen der Servicekandidaten zu verifizieren [27, S.107ff, 17, S.524]. Für einen Vergleich bestehender Vorgehensmodelle zu diesen Optionen sei beispielsweise auf [28, S.52f] verwiesen.

Wenn jedes Unternehmen nach dem letztgenannten Ansatz Services auf Basis seiner Geschäftsprozesse und Anwendungssysteme modelliert und abgrenzt, entstehen dennoch vielfältige Services, die sich dann im Detail unterscheiden. Bei den so entstehenden Servicelandkarten von Softwareprovidern und Banken besteht die Gefahr, dass die Grenzen der einzelnen Services voneinander abweichen und eine einfache, flexible Integration, wie vom SOA-Konzept versprochen, nur aufwendig zu realisieren ist. Der Einbezug generischer Geschäfts-, Prozess- und Applikationsarchitekturen von Banken kann helfen die Gefahr dieser heterogenen Services im überbetrieblichen Kontext zu reduzieren.

### 2.3 Ableitung der Anforderungen

Die Anforderungen an eine geschäftsorientierte Servicearchitektur für Banken lassen sich aus den Gegebenheiten der Bankenindustrie und den Gestaltungsoptionen einer SOA ableiten. Zusätzlich sind entsprechend der Leitideen und Rahmenbedingungen Anforderungen aus der Referenzmodellierung einzubeziehen, wie auch aus dem Bereich der überbetrieblichen Prozessgestaltung (Business Networking). Insgesamt ergeben sich 49, aus der Literatur und einer Umfrage unter 29 Banken und Providern ableitbare Einzelanforderungen (siehe Anhang), welche sich zu zehn Anforderungskomplexen konsolidieren lassen:

- (1) Durchgängigkeit der Architektur (Leitidee #1 und #2): Die Verknüpfung der SOA-Perspektiven und die zunehmende unternehmensübergreifende Zusammenarbeit von Banken bedingt die Berücksichtigung und Integration von/mit Modellen aller BE-Ebenen [29, S.226ff] und die Adressierung durch eine integrierende Servicetypologie.
- (2) Metamodellbasierte Architektur (Leitidee #3): Zur Sicherstellung der Integrität der Bestandteile einer Architektur ist eine Konformität zu einem Metamodell zu gewährleisten [30, S.145].
- (3) Fokus geschäftsorientierte Servicegestaltung (Leitidee #1): Erfahrungen [31, S.1808ff] zeigen, dass eine Verknüpfung mit der geschäftsorientierten Perspektive beginnen sollte, um anschließend aus technischer Perspektive validiert zu werden.
- (4) Branchenspezifität der Architektur (Leitidee #4): Die fachliche Definition von (funktionsspezifischen fachlichen) Services innerhalb einer Architektur führt zu einer Spezifität des Anwendungsbereiches und die Ausrichtung auf einen abgegrenzten fachlichen

Bereich. Die Unterstützung des Kerngeschäftes von Banken [3, S.31] erfordert eine Fokussierung auf die Branche (banktypübergreifend) unter Verwendung von generischen Geschäfts-, Prozess- und Applikationsarchitekturen.

(5) Berücksichtigung überbetrieblicher Zusammenarbeit (Leitidee #2): Durch die anhaltende Reduzierung der Fertigungstiefe bei Banken [32, S.33ff, 33, S.57] sind Unternehmen mit ihren Schnittstellen zu direkten und indirekten (über mehrere Wertschöpfungsstufen) Geschäftspartnern zu betrachten. Dadurch lässt sich das Risiko verringern, dass die Grenzen definierter Services nicht mit den Grenzen typischer Sourcing-Modelle übereinstimmen.

(6) Definierte Zuständigkeiten (Leitidee #2): Effizienzgewinne bei der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit bedingen etablierte, strukturierte, ablauf- und aufbauorganisatorische Steuerungsmechanismen [34, S.8ff, 35, S.235f]. Neben den bereits in zahlreichen wissenschaftlichen Beiträgen erörterten Gremien und Rollen [36, S.3ff, 10, S.50ff] sind Verantwortlichkeiten für einzelne Services zu definieren [37, S.5].

(7) Praxisvalidierung der Architektur (Leitidee #4): Dem Wesen der Wirtschaftsinformatik [12, S.65, 38, S.5] und des Forschungsprozesses folgend ist eine Praxisrelevanz und Anwendbarkeit der Ergebnisse erforderlich.

(8) Visualisierungs- und Dokumentationselemente der Architektur (Leitidee #4): Zur Komplexitätsreduktion und Dokumentation einer Architektur hat sich die Unterscheidung in Sichten und Ebenen etabliert [39, S.1035], welche durch geeignete Visualisierungs- und Dokumentationsformen zu unterstützen sind [40, S.78f, 41, S.199].

(9) Mechanismen der generierenden Adaption (Leitidee #4): Referenzmodelle erlauben die Verwendung vorgefertigter Modelle bzw. Modellbausteine durch unterschiedliche Unternehmen und Anspruchsgruppen und für mehrere Anwendungszwecke [42, S.19]. Insbesondere unter Nutzung von Mechanismen der generierenden Adaption [43, S.252] entstehen konfigurierbare Referenzmodelle, welche die Anwendbarkeit durch Unternehmen verbessern.

(10) Vorgehensmodelle (Leitidee #1): Ergänzend zu den Anforderungen an die Architektur selbst ist ein Vorgehen zur Weiterentwicklung dieser notwendig, um über die Mechanismen der konfigurativen Referenzmodellierung hinaus die Architektur zu erweitern und zu detaillieren und auch die Konstruktion insbesondere hinsichtlich der Integration von geschäfts- und applikationsorientierter Perspektive transparent nachvollziehbar zu machen.

## 2.4 Vergleich bestehender Ansätze

Ausgehend von diesen Anforderungen lässt sich eine Beurteilung bestehender Ansätze vornehmen (für eine vergleichende Beschreibung der sieben Ansätze sei auf [44, S.54ff] verwiesen). Die Selektion der Ansätze für den Vergleich erfolgte anhand der beiden Kriterien: (I) dedizierter Anwendungsbereich Bankenindustrie und (II) von den jeweiligen Autoren als (branchenübergreifende) Referenzservicearchitektur bzw. Standard deklarerter Ansatz. In Anknüpfung an das Ergebnis in Tabelle 1 zeigt sich, dass:

- meist eine Konzentration auf Prozess- und/oder Systemebene stattfindet sowie keine mehrdimensionalen Servicetypologien definiert und häufig lediglich abstraktionsbezogene Services differenziert sind (Anforderungskomplex 1).

- die Definition von Zuständigkeiten sich lediglich auf die Definition von Gremien konzentriert (Anforderungskomplex 6).
- zwar vereinzelt Visualisierungs- oder Dokumentationselemente berücksichtigt sind, diese jedoch nicht auf einem Rahmen zur systematischen Ableitung der Struktur der verwendeten Visualisierungs- oder Dokumentationselemente aufbauen (Anforderungskomplex 8).
- erhebliche Lücken im Bereich der konfigurativen Referenzmodellierung bestehen und kein Ansatz die Mechanismen der generierenden Adaption anwendet (Anforderungskomplex 9).
- meist eine unternehmensinterne Betrachtung im Vordergrund steht (Anforderungskomplex 5).
- die Architekturen teils nur sehr geringe Aussagen über die (Weiter-) Entwicklung treffen und auf keine Vorgehensmodelle referenzieren (Anforderungskomplex 10).

Selbst der Ansatz mit dem höchsten Erfüllungsgrad [45, S.73ff] erfüllt damit nur eine geringe Anzahl der gestellten Anforderungen vollumfänglich.

Tabelle 1: Vergleich bestehender Ansätze

	Anforderungskomplexe	[46]	[47]	[45]	[48]	[49]	[50]	[9]
1	Durchgängigkeit	☐	☐	●	☐	☐	☐	☐
2	Metamodell	☐	●	☐	☐	●	☐	☐
3	Fokus geschäftsorientierte Gestaltung	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	Branchenspezifität	●	☐	☐	☐	●	●	☐
5	Berücksichtigung überbetriebliche Kooperation	☐	☐	●	☐	☐	☐	☐
6	Verantwortlichkeiten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7	Praxisvalidierung	☐	☐	☐	☐	☐	●	☐
8	Instrumente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9	Mechanismen der generierenden Adaption	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10	Vorgehensmodelle	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Legende: ☐ (nicht/ sehr gering adressiert) ☐ (gering adressiert) ☐ (teilweise adressiert) ☐ (umfangreich adressiert) ● (vollständig adressiert)

## 2.5 Ableitung einer integrierenden Typologie

Die Gestaltungsoptionen aus Abschnitt 2.2 finden sich auch in Servicetypologien wieder, welche aufeinander abgestimmte Servicetypdefinitionen enthalten. Mittels Services unterschiedlicher Granularitäten lassen sich fachliche Abstraktionen genauer ansprechen, was letztlich die Integration von geschäfts- und applikationsorientierter Perspektive fördern kann. Dies zeigt sich beispielsweise bei der Identifikation genauer Serviceeigentümer [27, S.86]. Bestehende Ansätze (z.B. [17, S.43ff, 27 S.37ff, 40, S.87ff, 45, S.57 und 71, 51, S.39, 52, S.30f, 53, S.584f, 54, S.18]) variieren jedoch deutlich in der Anzahl an Servicetypen und dem Abstraktionsniveau. Nach einer Analyse dieser bestehenden Typologien lässt sich aus geschäftsorientierter Perspektive festhalten, wonach:

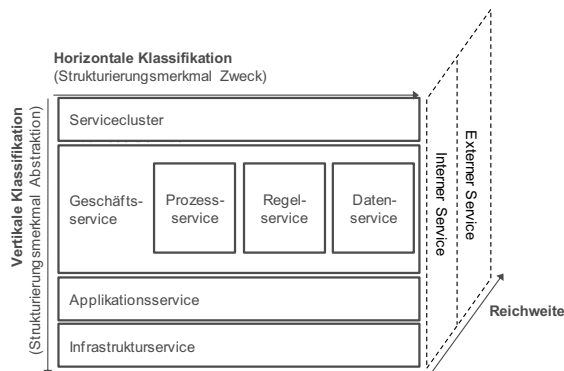
- eine Einigkeit über die Verwendung von Services zur Kapselung der Funktionalitäten aus Geschäftsprozessen (Business Services) besteht [17, S.43ff, 27 S.37ff, 28, S. 50, 45, S.57, 55, S.90].
- zwei Ansätze [17, S.43ff, 45, S.57] neben einer vertikalen, an der Abstraktion ausgerichteten Klassifikation auch eine horizontale, am Zweck ausgerichtete, Klassifikation vorschlagen.

- C. drei Ansätze [40, S.86ff, 45, S.5756, S.105f] die unternehmensübergreifende Integration in Form spezifischer Services adressieren.

Aus applikationsorientierter Perspektive lässt sich schlussfolgern, dass:

- D. bei fünf der untersuchten Ansätze Einigkeit über einen Servicetyp herrscht, welcher implementierte Anwendungssystem-funktionalitäten kapselt [27 S.37ff, 28, S. 50, 40, S.86ff, 55, S.90, 56, S.255].
- E. drei Ansätze [9, S.478, 55, S.90, 45, S.57] einen Servicetyp definieren als Brücke zwischen den geschäftsorientierten Business Services und den applikationsorientierten technischen Services.

Eine integrierende Servicetypologie (siehe Abbildung 1) als ein Element zur Umsetzung der Leitidee #2 umfasst neben einer vertikalen, am Abstraktionsniveau orientierte, eine horizontale, am Zweck ausgerichtete Klassifikation vergleichbar mit der integrierten Informationsverarbeitung von [38, S.84] (Erkenntnis #B).



**Abbildung 1: Integrierende Servicetypologie**

Bei Instanziierung für ein spezifisches Unternehmensnetzwerk kann darüber hinaus eine dritte Dimension, welche die Reichweite der Services beschreibt, sinnvoll sein (Erkenntnis #C).

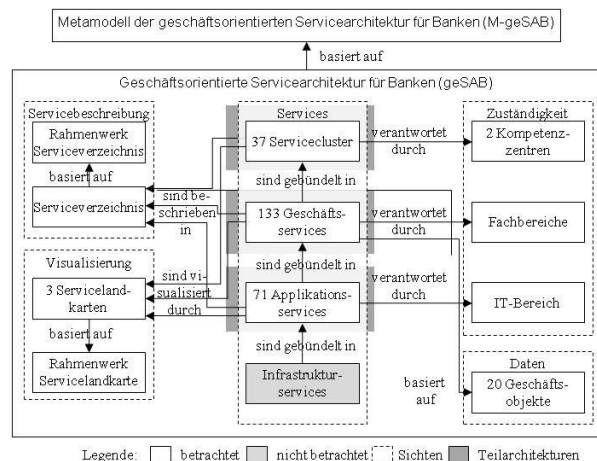
Ausgehend von Erkenntnis #A leitet sich der an Geschäftsprozessen ausgerichtete ‚Geschäftsservice‘ ab, welcher Geschäftslogik kapselt und mit Aktivitäten der Prozesse verknüpft ist (z.B. Limitenprüfung, Konditionsverwaltung). Eine Verbindung zum Geschäftsmodell des Unternehmens stellen fachlich zusammengehörige Geschäftsservices in Form vorkonfigurierter ‚Servicecluster‘ her, welche Prozessschritte oder ganze Teilprozesse abbilden (z.B. Transaktionsverwaltung, Freigabe, Transaktionsausführung). ‚Infrastrukturservices‘ stellen wiederverwendbare Dienstleistungen der technischen Infrastruktur in Form technischer Fähigkeiten bereit (sendeAuftragsdatenAn) (Erkenntnis #D). ‚Applikationsservices‘ als Brücke zwischen geschäftsorientierter und applikationsorientierter Perspektive (Erkenntnis #E) umfassen fachliche Basisdienstleistungen in Form implementierbarer, umfassend spezifizierter logischer Komponenten (z.B. getKontoBedingung, implementierbar als Web Service oder Funktion einer Applikation).

Ausgehend von den Anforderungen, den Lücken bestehender Ansätze und der definierten Servicetypologie beschreibt der folgende Abschnitt eine mögliche Lösung für eine integrierende geschäftsorientierte Servicearchitektur für Banken.

### 3. GESCHÄFTSORIENTIERTE SERVICEARCHITEKTUR FÜR BANKEN

Der Vorschlag zu einer geschäftsorientierten Servicearchitektur für Banken (geSAB) (siehe Abbildung 2) besteht aus zwölf Gestaltungselementen, welche zu fünf Sichten zusammengefasst sind (für eine vollständige Beschreibung der Architektur siehe [44, S.70ff]). Den Kern bildet die Sicht ‚Service‘ mit den vier vertikalen Abstraktionsniveaus der Servicetypologie: Servicecluster, Geschäftsservice, Applikationsservice und Infrastrukturservice, abgeleitet aus der Analyse der in Abschnitt 2.5 aufgeführten Servicetypologieansätze. Ergänzend beinhaltet die Sicht ‚Servicebeschreibung‘ das Serviceverzeichnis, dessen Struktur sich auf ein Rahmenwerk stützt. Die im Serviceverzeichnis enthaltene Spezifikation der Services orientiert sich einerseits an den von [57, S.65] auf Basis von [58, S.4] vorgeschlagenen Beschreibungselementen zur Spezifikation von Fachkomponenten, andererseits an den Beschreibungselementen der SOA einer deutschen Universalbank und dem ‚Serviceprofil‘ von [9, S.473]. Die technischen Attribute von [58, S.4] sind in reduzierter Form durch Benennung der darunterliegenden Services bzw. Applikationen aufgegriffen. Umfang und Tiefe der Beschreibungen sind abhängig vom Servicetyp und reichen von 13 (Servicecluster) bis 22 Attributen (Geschäftsservices). Ein Beispiel für einen beschriebenen Prozessservice findet sich bei [59, S.27f]. Fachlich decken die beschriebenen Services die Prozesse: Zahlungsverkehr, Wertpapiergeschäft mit Fokus Aktien, Hypothekarkredite, Vertrieb sowie Interbankengeschäft ab.

Die Sicht ‚Visualisierung‘ beinhaltet das Gestaltungselement Servicelandkarte, deren Struktur sich ebenfalls auf ein Rahmenwerk [60, S.3ff] zurückführen lässt. Die Rahmenwerke systematisieren den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Strukturelemente von Serviceverzeichnis oder Servicelandkarte und lassen dadurch den Entwurf einer solchen Servicearchitektur transparenter nachvollziehen. Beispiele für Einflussfaktoren sind die Ziele einer SOA oder die Unternehmensgröße [61, S.571, 62, S.2]. Eine ausführliche Ableitung des Rahmenwerkes Servicelandkarte findet sich bei



**Abbildung 2: Elemente der Servicearchitektur**

Die vierte Sicht bildet die ‚Zuständigkeit‘ mit einem generischen Zuständigkeitsmodell, welches zwei Kompetenzzentren, Fach- und IT-Bereich beinhaltet. Die Gestaltungselemente dieser Sicht leiten sich aus den Erkenntnissen einer Analyse von neun SOA-

Steuerungsansätzen ab (siehe [63, S.3ff]). Die fünfte Sicht konzentriert sich auf die benötigten Daten in Form eines Geschäftsobjektmodells, das ebenso wie die einzelnen Services Experten ausgewählter Banken und Provider nach einer Vorstellung hinsichtlich Plausibilität, Vollständigkeit und Bankfachlichkeit geprüft haben.

Zusätzlich unterscheidet geSAB drei Teilarchitekturen, welche jeweils die Beschreibungen und Visualisierungen eines Servicetyps umfassen. Struktur und Inhalt von Serviceverzeichnis- und Servicelandkartensicht können entsprechend der Teilarchitektur differieren. Während die Teilarchitektur geSAB-C (37 Servicecluster) den Bezug zu den Rollen der Geschäftsarchitektur und damit zur BE-Ebene Strategie herstellt und erstes ablaufforientiertes Wissen in Form komponierter Geschäftsservices berücksichtigt, beinhaltet die Teilarchitektur geSAB-G (133 Geschäftsservices) geschäftsbasiert gestaltete, zunächst applikationsunabhängige Services, welche mit der Prozessebene verknüpft sind. Die fachlichen Grenzen sind insbesondere auch durch Visualisierung der (sequentiellen) Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Services verdeutlicht. Die Teilarchitektur geSAB-A (72 Applikationsservices) schließlich verbindet die in geSAB-G enthaltenen Geschäftsservices mit den technischen Modulen von Applikationen, beispielsweise einer Kernbankapplikation und stellt damit eine Verbindung zur BE-Ebene System her. Restriktionen aus dem Implementierungskontext in Form der Grenzen typischer Applikationen fließen in die Erstellung dieser Teilarchitektur ein. Darüber hinaus basiert die Architektur auf einem Metamodell (MgeSAB) in Anwendung der Leitidee #3. Dieses erweitert das ‚Core Business Engineering Metamodell‘ [20, S.96ff] um das SOA-Konzept in Anlehnung an [29, S.226ff] ergänzt um geSAB spezifische Elemente, z.B. die Servicetypologie.

## 4. ANWENDUNG VON GESAB

### 4.1 Methodik

Ausgehend von den Bestandteilen der Architektur beschreiben zwei Einzelfallstudien die Umsetzung des Architekturvorschlags. Diese besitzen erklärenden Charakter [64, S.6ff] und stützen sich auf die qualitativen Erhebungsmethoden [64, S.14f] der Befragung in Form von semistrukturierten Interviews, ergänzt durch Projekt-, Architektur- und Systemdokumentationen, sowie die direkte Beobachtung. Während die Erhebung von Fallstudie A projektbegleitend im Zeitraum Januar 2008 bis September 2008 erfolgte, fand die Erhebung der Fallstudie B als retrospektive Punktanalyse im Juni 2009 statt. In beiden Fallstudien haben die beteiligten Unternehmensvertreter geSAB semistrukturiert in den Dimensionen, Nutzen, entstehender Aufwand für die Anwendung, Einsatzfelder und Erweiterbarkeit/Detaillierbarkeit beurteilt.

### 4.2 Fallstudie A Schweizer Bank

#### 4.2.1 Rahmenbedingungen

Ausgangssituation des Projektes ist das Ziel das bisherige, applikationsdominierte Funktionenmodell der Schweizer Bank durch ein Geschäftsorientiertes abzulösen. Dieses wird als Möglichkeit zur Kosten- und Komplexitätsreduktion und als Mittel zur Standardisierung gesehen. Anforderungen an das zu entwickelnde fachliche Funktionenmodell waren: (1) die Kapselung aller Geschäftsfunktionalitäten als Basis für die technische Realisierung, (2) der Einsatz einer bankübergreifend konstruierten (Referenz-) Servicearchitektur, sowie (3) die Berücksichtigung mehrerer Ebenen.

#### 4.2.2 Anwendung von geSAB in drei Schritten

Die Anwendung von geSAB erfolgte bei der Schweizer Bank anhand eines definierten Projektvorgehens mit den drei Phasen: Analyse, Entwurf und Umsetzung. Die Entwurfsphase bestand wiederum aus den nachfolgend beschriebenen drei Schritten.

Im ersten Schritt erfolgte ein Vergleich zwischen der Struktur der Servicelandkartensicht auf die beiden relevanten Teilarchitekturen geSAB-C/G mit den instanziierten Kriterien des Rahmenwerks für die Schweizer Bank. Dabei ließen sich sechs Unterschiede erkennen. Während drei davon aufgrund der Zielstellungen des Projektes nicht zu berücksichtigen waren, bestanden zwei Weitere im jeweiligen Fokus einerseits von geSAB andererseits des Modells der Schweizer Bank: Während die Struktur der Servicelandkartensichten von geSAB-C/G auf das Netzwerk ausgerichtet ist, soll das Funktionenmodell der Schweizer Bank eine interne, an den Geschäftsprozessen ausgerichtete, Struktur besitzen. Der sechste Unterschied bestand in der nicht beabsichtigten Dokumentation der Verknüpfung zwischen Funktionen und Prozessen im Funktionenmodell, sondern über das Funktionenverzeichnis.

Die Struktur der Servicelandkartensichten von geSAB-G/C passte sich davon ausgehend in einem Aspekt an. So ist die netzwerkorientierte Geschäftsarchitektur mit den generischen Rollen nicht bei der Struktur des Funktionenmodells berücksichtigt. Damit entfallen beispielsweise die Wertschöpfungsbereiche Frontoffice, Backoffice und Interbanken, insgesamt sind die Unterschiede jedoch als minimal zu beurteilen.

Unter Anwendung zweier Mechanismen der generierenden Adaption (Elementtypselektion und Elementselektion) [43, S.252] ließ sich geSAB auf die Zielsetzung der Schweizer Bank anpassen. Während sich die Elementtypselektion auf die Anpassung des Metamodells konzentrierte, setzte das Projekt die Elementselektion über die Attribute Geschäftsobjektmodell und Servicetyp zur Anpassung der Teilarchitekturen ein. Während Ersteres den Abgleich des Geschäftsobjektmodells von geSAB mit dem der Schweizer Bank bedingte, konzentrierte sich Letzteres auf die Auswahl der Prozess- und Datenservices als horizontale Differenzierung der Geschäftsservices (siehe Abbildung 1). Als Ergebnis bestand eine Reduktion von geSAB auf 95 Prozess- und 18 Datenservices.

Davon ausgehend stand im dritten Schritt eine Erweiterung und Detaillierung der Architektur im Fokus. Hierfür erfolgte ein Abgleich der für geSAB genutzten Prozessarchitektur mit jener der Schweizer Bank. Die Prüfung der relevanten 80 Geschäftsprozesse hat einen Detaillierungsbedarf von 21 Prozessservices ergeben, einen Erweiterungsbedarf für vier Prozessservices sowie den Bedarf nach 17 neuen Geschäftsfunktionen. Die Detaillierung erfolgte vor allem durch Trennung der Funktionalitäten eines bestehenden Prozessservice in mehrere Geschäftsfunktionen. Ein Beispiel ist die aus organisatorischen und prozessualen Gründen notwendige Aufspaltung der Buchungsfunktionalität für Depots und Konten (‚Buchung‘) in zwei separate Geschäftsfunktionen ‚Wertpapiere buchen‘ und ‚Zahlungen buchen‘. Ein Beispiel für den Erweiterungsbedarf bestehender Prozessservices bildet der Prozessservice ‚ATM‘, welcher Kontoauszüge und Informationen für Kontoauszugsdrucker und Self-Service-Stationen bereitstellt.

Innerhalb des beschriebenen Projektes entstand am Ende ein fachliches Funktionenmodell mit 38 Funktionenclustern, 120 Geschäftsfunktionen und 17 Datenfunktionen, welches zu ca. 90% mit den Teilarchitekturen geSAB-C/G übereinstimmte.



### 4.2.3 Erkenntnisse Fallstudie A

In Bezug auf die Architektur lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- (1) Die Bereitstellung zweier Rahmenwerke zur Ableitung der Strukturen von Serviceverzeichnis und Servicelandkarte führt dazu, dass trotz veränderlicher Rahmenbedingungen wie sich unterscheidenden Geschäfts-, Prozess- oder Applikationsarchitekturen, eine nachvollziehbare und systematische Instanziierung der Architektur erfolgen kann.
- (2) In diesem Zusammenhang ist eine inhomogene, d.h. unterschiedlich abstrakte Prozessarchitektur zu vermeiden bzw. vor der Instanziierung von geSAB auf ein einheitliches Abstraktionsniveau zu bringen.
- (3) Bei der Überprüfung der Servicebeschreibungen hat sich gezeigt, dass der Fachbereich diese auch in seinem Kontext verstehen muss. Services wie z.B. *Regulatorien prüfen*, sind hierfür zu unspezifisch und bedingen zumindest eine Differenzierung in *Kredit-, Anlegen- und Zahlungsverkehrsregulatorien prüfen*.
- (4) Eine iterative Betrachtung der Geschäftsprozesse bei der Instanziierung von geSAB kann die Komplexität reduzieren und die Zeit für die Präsenz notwendiger Fachbereichsvertreter verringern. Ist ein iteratives Vorgehen Basis des Projektes (z.B. erst Zahlungsverkehr, dann Kredite), dann ist eine schrittweise Konsolidierung der gestalteten Services bei Betrachtung neuer Bereiche anzustreben, um die Aufwände am Projektende zu minimieren und Wiederverwendungspotentiale frühzeitig zu identifizieren.
- (5) Es zeigte sich auch, dass für die Verbesserung eines fachlichen Anforderungsmanagements die Geschäfts- und Applikationsservices detaillierter beschrieben sein müssen, als bei geSAB vorgesehen. Hierzu gehören verwendete Geschäftsregeln, Berechnungsmodelle und fachliche Standards. Erst dies ermöglicht die Geschäftsorientierung beispielsweise beim Anforderungsmanagement. Da sich die Berechnungsmodelle und verwendeten fachlichen Standards von Bank zu Bank unterscheiden können, würde eine detailliertere Beschreibung der Services von geSAB entweder den Anwendungsbereich auf ausgewählte Banken reduzieren oder die Komplexität durch zahlreiche Servicevarianten stark erhöhen. Damit offenbart sich eine Grenze für die Konstruktion einer Referenzarchitektur für eine ganze Branche.

## 4.3 Fallstudie B Softwarehersteller

### 4.3.1 Rahmenbedingungen

Der Softwarehersteller suchte zur Kommunikation mit Kundenbanken einen Architekturansatz, welcher es ermöglicht die Prozessarchitekturen der Kundenbanken mit der Architektur des Kernbankensystems zu verbinden und gleichzeitig mögliche fehlende Funktionalitäten zu identifizieren. Hierfür fanden mehrere Workshops im Juni und Juli 2009 statt.

### 4.3.2 Anwendung von geSAB

Bei der Instanziierung von geSAB für den Softwarehersteller ist zwischen einer Anwendung für den Softwarehersteller und einer für das produzierte Kernbankensystem zu unterscheiden. Während Erstere eine wesentlich größere Reduzierung der benötigten Services nach sich zieht und auf die Teilarchitekturen geSAB-C/G fokussiert, konzentriert sich die Konfiguration für das Kernbankensystem auf die Teilarchitektur geSAB-A unter Anwendung des Attributes ‚realisierende Applikation‘. Entsprechend sind im zweiten Fall diejenigen Applikationsservices ausgeblendet, welche sich nicht durch ein ‚Kernbankensystem‘ realisieren lassen.

Auf Basis der angepassten Teilarchitektur geSAB-A erfolgt eine Detaillierung in zwei Bereichen. Erstens ist der realisierenden Applikation, insofern vom Kernbankensystem des Softwareherstellers abgedeckt das realisierende Modul innerhalb der Kernbankenzuordnung zuzuordnen. Zweitens waren die beschriebenen Operationen der Applikationsservices mit den tatsächlichen Applikationsfunktionalitäten des Kernbankensystems zu verknüpfen und so zu validieren.

Die Zuordnung der Applikationsmodule kann einerseits ein einziges Modul betreffen. Beispielsweise deckt das Modul Grundstück die Funktionalitäten des Applikationsservice *erstelleGrundstücksobjekt* vollständig ab. Ebenso sind die vom Applikationsservice *erstelleGrundpfandsicherheit* benötigten Funktionalitäten durch ein Modul Kreditberatung realisiert, wenngleich diese Applikationsservices bei geSAB-A der nicht zum Kernbankensystem gehörenden Kreditberatungsalpplikation zugeordnet sind.

Andererseits bestehen zwei Applikationsservices dessen Funktionalitäten zwei Module benötigen. Dies betrifft die Applikationsservices *erstelle Börsenauftrag Manuelles Routing*, sowie *erstelle Börsenauftrag Elektronisches Routing* welche Funktionalitäten der Module ‚Börse‘ und ‚Limite‘ aggregieren. Dies führt zu einer Prüfung der Grenzen der beiden Applikationsservices. Diese Analyse ergibt, dass die technischen Funktionalitäten *setzeLimitenart*, *setzeKursLimit* und *prüfeKursLimit* durch das Modul Limite realisiert sind. Für die Prüfung von Limiten besteht bereits der Applikationsservice *verifiziere Limite Wertpapierauftrag*, sodass dieser um die letztere Funktionalität ergänzt wird. Hingegen für die ersten beiden Funktionalitäten besteht noch kein Applikationsservice, welcher vergleichbare Operationen beinhaltet. Insofern ist eine Auslagerung der beiden Funktionalitäten in einen separaten Applikationsservice *erstelleLimit* notwendig, um die Kriterien zur Gestaltung der Applikationsservices weiterhin zu erfüllen.

Neben den für die Applikationsservices benötigten Modulen lassen sich auch die Applikationsfunktionalitäten innerhalb einer für den Softwarehersteller angepassten Servicelandkartensicht auf geSAB-A darstellen.

Dabei zeigt sich, dass die definierten Applikationsservices nicht zwangsläufig disjunkt sind. Der Applikationsservice *erstelle Grundstückobjekt Kurzerfassung* greift auf einen Teil der gleichen Applikationsfunktionalität von *erstelle Grundstückobjekt* zu. Durch den Rückgriff auf die gleiche Applikationsfunktionalität wird eine redundante Implementierung vermieden trotz nicht disjunkter Applikationsservices. Dieses Konzept ist vergleichbar mit Servicevarianten wie sie beispielsweise in anderen Servicearchitekturen zu finden sind [65, S.10ff]. Im Ergebnis greifen die in 73 Applikationsservices enthaltenen 106 Serviceoperationen auf 119 Anwendungsfunktionalitäten aus 12 Modulen des Kernbankensystems und 4 Umsystemen zu.

### 4.3.3 Erkenntnisse Fallstudie B

Analog der Fallstudie der Schweizer Bank lassen sich aus der Fallstudie bei dem Softwarehersteller Erkenntnisse ableiten:

- (1) Es hat sich gezeigt, dass konkrete Kernbankensysteme von den für geSAB hergeleiteten Grenzen einer generischen Applikationsarchitektur abweichen können. Hieraus ergibt sich der Bedarf bei jeder Instanziierung von geSAB eine Prüfung der Grenzen der Applikationsservices vornehmen zu müssen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Grenzen von Applikationsservice und Applikationsmodul übereinstimmen.

(2) Durch die Verbindung von Applikationsfunktionalitäten und Applikationsservices lassen sich nicht durch das Kernbankensystem abgedeckte Bereiche identifizieren. Die betreffenden Funktionalitäten können dann in einen Entscheidungsprozess zu deren Entwicklung einfließen.

## 4.4 Gegenüberstellung und Erkenntnisse

### 4.4.1 Verwendung der Architekturbestandteile

Wie in der Gegenüberstellung in Tabelle 2 ersichtlich, sind die Architekturelemente in den Fallstudien unterschiedlich ausgeprägt. Während die Sicht Zuständigkeit in keiner zum Tragen kam, hat die Bank in Fallstudie A das Geschäftsobjektmodell von geSAB lediglich zum Abgleich mit dem eigenen Geschäftsobjektmodell genutzt, um einen Anpassungsbedarf der Datenservices zu ermitteln. Die Sicht Servicebeschreibung variierte ebenfalls in beiden Fallstudien. Die Schweizer Bank beschränkte sich auf die Nutzung ausgewählter Attribute bestimmter Servicetypen. Hingegen verwendete der Softwarehersteller zwar die vollständige Servicebeschreibung für die Applikationsservices, aber nur die Bezeichnung der Geschäftsservices und ihrer Verbindung zur Prozessarchitektur für die Realisierung des beschriebenen Anforderungsmanagements. Auch innerhalb der Sicht Service beschränkte sich die Verwendung auf bestimmte Servicetypen. Dem gegenüber nutzten beide Unternehmen die Sicht Visualisierung umfänglich.

**Tabelle 2: Nutzung der Architekturbestandteile**

Sichten	Schweizer Bank	Softwarehersteller
Service	●	●
Servicebeschreibung	●	●
Visualisierung	●	●
Zuständigkeit	○	○
Daten	●	○
<b>Teilarchitektur</b>		
geSAB-C	●	○
geSAB-G	●	●
geSAB-A	○	●

Legende: ○ (nicht genutzt) ● (teilweise genutzt) ● (genutzt)

Bezogen auf die Teilarchitekturen fokussierte die Schweizer Bank auf geSAB-G. Die Teilarchitektur geSAB-C fand nur im Zusammenhang mit der Konstruktion der Funktionencluster Anwendung. Dem gegenüber konzentrierte sich der Softwarehersteller auf die Anwendung von geSAB-A und zur Verbesserung des beschriebenen Anforderungsmanagement auf ausgewählte Aspekte der Teilarchitektur geSAB-G.

### 4.4.2 Umsetzung der Leitideen

Vor der Definition der Forschungsfrage hat der Beitrag vier Leitideen für die zu entwickelnde Architektur abgeleitet. Leitidee #1 betraf die Überwindung der technischen Perspektive von SOA und die Einbettung in eine geschäftsorientierte Perspektive. Die Zuordnung der Servicecluster zu generischen Geschäftsrollen und der Geschäftsservices zu Teilprozessen zeigt die klare Einbettung in die geschäftsorientierte Perspektive. Auch die Fallstudien sprechen für die Leitidee #1, indem die Konfiguration der Architektur immer von der geschäftsorientierten Perspektive ausging. Selbst die Konzentration auf die Teilarchitektur geSAB-A beim Softwarehersteller stand, wie ein konsequentes Herunterbrechen fachlicher Anforderungen ausgehend von den Geschäftsprozessen der Kun-

denbank zeigt, der geschäftsorientierte Perspektive nicht entgegen.

Die Leitidee #2 knüpfte hieran an und forderte die Berücksichtigung von Modellen auf den Ebenen des BE (Strategie, Prozess und System). Bereits die Zuordnung der drei Teilarchitekturen zu je einer dieser Ebenen unterstreicht dieses Prinzip. Gleiches gilt für die Gestaltung der Services, welche in Summe Informationen aller drei BE-Ebenen nutzen. Während für die Identifikation der Servicecluster hauptsächlich eine generische Geschäftsarchitektur mit allen relevanten Geschäftsrollen (u.a. Abwickler, Börse) sowie generische Sourcing-Modelle von Relevanz sind, leiten sich die Geschäftsservices aus einer Prozessarchitektur für Banken ab. Für die Definition der Applikationsservices schließlich sind zusätzlich Erkenntnisse auf Basis einer generischen Applikationsarchitektur für Banken eingeflossen. Damit sind Modelle aller BE-Ebenen bei der Entwicklung von geSAB berücksichtigt. Jedoch ist die Leitidee bei den Fallstudien nicht konsequent umgesetzt, da jeweils nur einzelne Teilarchitekturen verwendet sind. Damit ließ sich die Anwendung von geSAB zwar zeigen, jedoch nicht das Prinzip in einem Unternehmen eine integrierende Servicearchitektur aufzubauen, welche Modelle aller BE-Ebenen berücksichtigt.

Die ausschließliche Fokussierung auf die Bankenindustrie ist ein Faktor, um das fachliche Funktionenmodell der Schweizer Bank und die Verbindung zu den technischen Funktionalitäten des Kernbankensystems des Softwareherstellers erstellen zu können. Dies spricht für die Leitidee #4. Jedoch repräsentiert auch das Konzept der zwölf Elemente in geSAB (siehe Abbildung 2) bereits Mehrwert für die Unternehmen unabhängig von den über 200 definierten Services.

**Tabelle 3: Umsetzung der Leitideen**

Leitideen	Schweizer Bank	Softwarehersteller	geSAB
#1	●	●	●
#2	●	●	●
#3	●	○	●
#4	●	●	●

Legende: ○ (nicht umgesetzt) ● (teilweise umgesetzt) ● (umgesetzt)

### 4.4.3 Potentiale von geSAB

Bei der Anwendung zeigte sich, dass sich das Begriffsverständnis SOA und Service in den betrachteten Unternehmen unterscheidet und auch vom Verständnis von geSAB abweicht (siehe Tabelle 4). Die Schweizer Bank verbindet den Begriff Service sehr eng mit dem der Applikation. Dieses Verständnis führte dazu, dass sich der Begriff der fachlichen Funktion als geschäftsorientiertes Gegenstück zum technischen Service innerhalb der Schweizer Bank etabliert hat. Hingegen versucht der Softwarehersteller beide Perspektiven stärker miteinander zu verzahnen, wenngleich in der Definition des SOA-Begriffes wiederum eine Ähnlichkeit zwischen Service und Applikation erkennbar ist. Dies lässt sich als weiteres Indiz für das bislang dominierende technische Verständnis interpretieren. GeSAB integriert hingegen entsprechend der definierten Ziele die beiden Perspektiven geschäfts- und applikationsorientiert z.B. über die Servicetypologie noch stärker.

Trotz dieser Begriffsabweichung haben die Fallstudien gezeigt, dass eine Anwendung von geSAB weiterhin möglich ist. Ein Mittel kann die Verwendung synonyme Begriffe sein, welches nachvollziehbar dokumentiert sein muss.

**Tabelle 4: Gegenüberstellung des Begriffsverständnisses**

Schweizer Bank	<u>Service</u> : „längerfristig artverwandte Funktionen (...) [welche] lose durch eine Prozesssteuerung aufgerufen und gesteuert [werden].“ <u>SOA</u> : „ist eine Applikationsarchitektur, die definiert, wie autonome (SW-) Services zusammenarbeiten.“
Softwarehersteller	<u>Service</u> : „eine [Applikations- und/oder fachliche] Funktion, Teil eines Geschäftsprozesses, welcher gekapselt aufgerufen werden kann.“ <u>SOA</u> : „Möglichkeit, (...) Services oder Applikationen, die einen bestimmten Geschäftsprozess abbilden, über eine definierte Schnittstelle (...) zu integrieren.“
geSAB	<u>Service</u> : eigenständig nutzbarer, umfassend spezifizierter und über eine Schnittstelle angesprochener Funktionsbaustein, der eine definierte Leistung erbringt. <u>SOA</u> : konzeptionelles Verständnis gleichartige (IT-basierte) Geschäftsfunktionalitäten zu kapseln und mehreren Organisationseinheiten auch unternehmensübergreifend zur Verfügung zu stellen.

Zweitens lässt sich aus den Fallstudien ableiten, dass bei einer Anpassung der Services von geSAB die Konsistenz zur Referenzservicearchitektur weiter zu wahren ist, da sonst eine Vergleichbarkeit und Integration mit Servicearchitekturen anderer Unternehmen, welche ebenfalls auf geSAB basieren nicht gewährleistet ist. Die skizzierten Vorteile einer Referenzservicearchitektur gehen dann verloren. Möglichkeiten sind dabei die Aufspaltung von Services oder die Erweiterung, wie in beiden Fallstudien gezeigt. Andere Formen sind aus den genannten Gründen zu vermeiden.

Drittens lassen sich sechs Potentiale identifizieren, welche quantitativ oder qualitativ auf den BE-Ebenen wirken. Die Systematisierung ist dabei angelehnt an [8, S.7]. Tabelle 5 stellt die erwarteten Potentiale mit den in beiden Fallstudien Validierbaren gegenüber.

Dabei fällt auf, dass sich in beiden Fallstudien das Begriffsverständnis zwischen den beteiligten Unternehmensbereichen verbessern ließ bzw. zwischen Softwarehersteller und Kundenbanken. Eine verbesserte Auslagerung von Geschäftsprozessen ließ sich jedoch nicht bestätigen. Dies hat vor allem den Grund im innerbetrieblichen Fokus der beiden Fallstudien. Die weiteren Potentiale ließen sich nur teilweise in den Fallstudien bestätigen. So stellten Vertreter des Softwareherstellers beispielsweise die Ableitung zukünftig zu realisierender Applikationsfunktionalitäten als Mehrwert dar und die Schweizer Bank sieht beispielsweise einen Vorteil in der durchgängigen Architekturbetrachtung.

**Tabelle 5: Potentiale von geSAB in den Fallstudien**

Potentiale	Einfluss-ebene	Einfluss-art	A	B
Detaillierung von Geschäftsanforderungen	S,P,IT	Q	●	●
Gemeinsames Verständnis	P,IT	Q	●	●
Sourcing von Prozessen	P,IT	Q	○	○
Portfoliomanagement	S	IT-K/G-K	○	○
Optimierung IT Architektur	IT	IT-K	●	●
Durchgängige Architekturbetrachtung	S,P,IT	Q	●	●
Legende: Einflusssebene: S=Strategieebene, P=Prozessebene, IT=Systemebene; Einflussart: IT-K=IT Kostenreduktion, G-K=Geschäftskostenreduktion, Q=qualitativer Effekt; ○ (nicht bestätigt) ● (teilweise bestätigt) ● (bestätigt)				

## 5. FAZIT UND AUSBLICK

Der Beitrag hat gezeigt, dass ausgehend von den Veränderungen der Bankenindustrie der Bedarf nach einer branchenspezifischen Referenzservicearchitektur wächst. Das erste Kapitel hat hierfür zentrale Leitideen beschrieben, die bei der Konstruktion einer solchen Architektur zu berücksichtigen sind. Darauf aufbauend stellte Kapitel zwei insbesondere die Lücken in den bestehenden Ansätzen dar und leitete zuvor Anforderungen an eine integrierende geschäftsorientierte Servicearchitektur für Banken ab. Es hat sich gezeigt, dass ein Mittel zur Integration der häufig getrennt betrachteten geschäfts- und applikationsorientierten Perspektive des SOA-Konzeptes in einer mehrdimensionalen Servicetypologie liegen kann. Davon ausgehend konnte Kapitel drei die Bestandteile einer solchen Servicearchitektur vorstellen. Die Anwendbarkeit validierten zwei Fallstudien in Kapitel vier, welche auch Grenzen einer entsprechenden Architektur aufzeigen konnten. Insbesondere haben die Fallstudien erneut die Heterogenität der Begriffe verdeutlicht und damit das Potential einer entsprechenden Referenzarchitektur für die Etablierung eines auch unternehmensübergreifend gemeinsamen Begriffsverständnisses unterstrichen. Entsprechend Leitidee #4 machen Referenzarchitekturen so durch das Reduktionspotential bei den Koordinationskosten auch Unternehmensnetzwerke frühzeitiger ökonomisch sinnvoller (Verschiebung der Grenze zwischen Hierarchie, Netzwerk, Markt). Weitere Potentiale im Zusammenhang mit der Architektur beschrieb anschließend Kapitel fünf, wenngleich sich nur vier der sechs Potentiale durch die beiden Fallstudien bestätigen ließen. Insofern ist es die Aufgabe empirisch durch weitere Fallstudien zu untersuchen, ob sich generell diese Potentiale nicht durch die Architektur realisieren lassen. Auch dürfte interessant sein, ob trotz Branchenfokussierung die Übertragung der Struktur der Architektur auf andere Branchen möglich ist und mit gleichem Mehrwert einhergeht.

Darüber hinaus besteht weiterer Forschungsbedarf in den folgenden Punkten: (1) Die Architektur fokussiert auf die Kerngeschäftsprozesse von Banken. Damit ist eine Erweiterung von geSAB auf weitere Geschäftsprozesse, wie die Bewirtschaftung von Sicherheiten oder notleidenden Kredite denkbar. (2) Neben der zusätzlichen Beschreibung einzelner Services würde die Definition einer Ontologie zusammen mit dem Metamodell die semantische Interoperabilität vor allem zu Architekturen außerhalb des geSAB-Kontextes vereinfachen. (3) Die untersuchten Unternehmen sollten weiter begleitet werden, um den qualitativen Potentiale auch einen quantitativen Mehrwert zuordnen zu können.

## 6. LITERATUR

- [1] Weisser, N. 2004. Leistungstiefe deutscher Banken: das Phänomen der falschen Zahl. In *Die Bank*, Nr. 12, S. 48-51.
- [2] Alt, R. und T. Zerndt 2008. Finanznetzwerke durch Outsourcing - das Beispiel der Schweiz. In *Outsourcing in Banken*, B. Kaib, Editor. Gabler: Wiesbaden 315-343.
- [3] Lamberti, H.-J. und M. Büger 2009. Lessons learned: 50 Jahre Informationstechnologie im Bankgeschäft am Beispiel der Deutschen Bank AG. *Wirtschaftsinformatik* 51, 1, 31-42.
- [4] Berensmann, D. 2005. Die Rolle der IT bei der Industrialisierung von Banken. In *Handbuch Industrialisierung der Finanzwirtschaft*, Z. Sokolovsky und S. Löschenkohl, Editors. Gabler: Wiesbaden, 83-93.
- [5] Baskerville, C. et al. 2005. The Strategic Value of Service-Oriented Architecture in Banking. In *Proceedings of the 13<sup>th</sup>*

- European Conference on Information Systems* (Regensburg 26-28 Mai), 761-772.
- [6] Moormann, J.r. und G. Schmidt 2007. IT in der Finanzbranche, Berlin: Springer.
  - [7] Picot, A., R. Reichwald und R.T. Wigand 2003. Die grenzenlose Unternehmung: Information, Organisation und Management. 5.Aufl., Wiesbaden: Gabler.
  - [8] Becker, A., P. Buxmann und T. Widjaja 2009. Value Potential and Challenges of Service-Oriented Architectures. In *17th European Conference on Information Systems (ECIS)* (Verona, 08 - 10 Juni), 2-13.
  - [9] Erl, T. 2008. SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur, München: Addison-Wesley.
  - [10] Lawler, J.P. und H. Howell-Barber 2008. Service-Oriented Architecture: SOA Strategy, Methodology, And Technology, Boca Raton: Auerbach Publications.
  - [11] Werth, D., et al. 2006. Managing SOA Through Business Services – A Business-Oriented Approach to Service-Oriented Architectures. In *Service-Oriented Computing ICSOC 2006*, D. Georgakopoulos, et al., Editors. Springer: Berlin, 3-13.
  - [12] Buhl, H.U., et al. 2008. Service Science. *Wirtschaftsinformatik* 50 1, 60-65.
  - [13] Heffner, R. 2009. SOA Is Far From Dead - But It Should Be Buried. Cambridge.
  - [14] Capgemini 2006. Studie Serviceorientierung bei Banken: Wie Banken mit Service-orientierten Architekturen Wettbewerbsvorteile erzielen. Berlin.
  - [15] Spohrer, J. und P.P. Maglio 2008. The Emergence of Service Science: Toward Systematic Service Innovations to Accelerate Co-Creation of Value. *Production & Operations Management*, 17, 3, 238-246.
  - [16] Terlouw, J., L. Terlouw und S. Jansen 2009. An Assessment Method for Selecting an SOA Delivery Strategy: Determining Influencing Factors and Their Value Weights. In *4th International Workshop on Business/IT Alignment & Interoperability (BUSITAL'09)* (Amsterdam, 9. Juni),
  - [17] Erl, T. 2007. SOA - Principles of Service Design, Boston: Prentice Hall.
  - [18] Frank, U. 1994. Multiperspektivische Unternehmensmodellierung: theoretischer Hintergrund und Entwurf einer objekt-orientierten Entwicklungsumgebung, Oldenbourg, München.
  - [19] Österle, H. 1995. Business Engineering Prozeß- und Systementwicklung - Band 1: Entwurfstechniken. 2. Aufl., Berlin et. al: Springer.
  - [20] Höning, F. 2009. Methoden Kern des Business Engineering: Metamodell, Vorgehensmodell, Techniken, Ergebnisdokumente und Rollen, St. Gallen.
  - [21] Becker, A. 2008. Nutzenpotenziale Service-orientierter Architekturen – Ergebnisse einer Expertenbefragung. Darmstadt.
  - [22] Aier, S. und T. Bucher 2008. Kritische Erfolgsfaktoren initialer SOA-Projekte: Ergebnisse einer empirischen Studie. St. Gallen.
  - [23] Steinmetz, R., R. Berbner und I. Martinovic 2005. Web Services zur Unterstützung flexibler Geschäftsprozesse in der Finanzwirtschaft. In *Industrialisierung der Finanzwirtschaft*, Z. Sokolovsky und S. Löschenkohl Editors. Gabler: Wiesbaden, 641-654.
  - [24] Alt, R., R. Heutschi und H. Österle 2003. WebServices - Hype oder Lösung? *io new management*, 72, 1-2, 63-70.
  - [25] Viering, G., C. Legner und F. Ahlemann 2009. The (Lack-) Business Perspective On SOA - Critical Themes In SOA Research. In *Proceedings 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, 25-27 Februar), 45-54.
  - [26] Becker, J. 2010. Prozess der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*, H. Österle, R. Winter, and W. Brenner, Editors. Infowerk: St. Gallen, 13-17.
  - [27] Marks, E.A. und M. Bell 2006. Service-Oriented Architecture: A Planning and Implementation Guide for Business and Technology, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
  - [28] Kohlborn, T., et al. 2009. Identification and Analysis of Business and Software Services - A Consolidated Approach. *IEEE Transactions on Services Computing*, 2, 1, 50-64.
  - [29] Höning, F., V. Bach und H. Österle 2009. Auswirkungen der Serviceorientierung auf das Business Engineering: Eine Metamodellbasierte Analyse. In *Proceedings 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, 25-27 Februar), 223-232.
  - [30] Kurpjuweit, S. und R. Winter 2007. Viewpoint-based Meta Model Engineering. St. Goar. 143-162.
  - [31] Klose, K., R. Knackstedt und D. Beverungen 2007. Identification Of Services - A Stakeholder-Based Approach To SOA Development And Its Application In The Area Of Production Planning. In *Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems* (St. Gallen, 07-09 Juni), 1802-1814.
  - [32] Alt, R., et al. 2009. Transformation zur Bank 2015, St. Gallen.
  - [33] Sokolovsky, Z. 2005. Industrialisierung der Banken. In *Handbuch Industrialisierung der Finanzwirtschaft*, Z. Sokolovsky und S. Löschenkohl, Editors. Gabler: Wiesbaden, 33-58.
  - [34] Ross, J.W. und P. Weil 2004. IT Governance: How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results, Boston: Harvard Business School Press.
  - [35] Konsynski, B. und A. Tiwani 2004. The Improvisation-efficiency Paradox in Inter-firm Electronic Networks: Governance and Architecture Considerations. *Journal of Information Technology*, 19, 4 (Dezember), 234-243.
  - [36] Kajko-Mattsson, M., G.A. Lewis und D.B. Smith 2007. A Framework for Roles for Development, Evolution and Maintenance of SOA-Based Systems. In *International Workshop on Systems Development in SOA Environments (SDSOA'07)* (Minneapolis, 21 Mai), 1-6.
  - [37] Schepers, T.G.J., M.E. Jacob und P.A.T. Van Eck 2008. A Lifecycle Approach to SOA Governance. In *23rd Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC'08)* (Fortaleza, Brazil, 16-20 März).

- [38] Mertens, P., et al. 2005. Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. Vol. 9. Aufl., Berlin: Springer.
- [39] Sinz, E.J. 1999. Architektur betrieblicher Informationssysteme. In *Informatik-Handbuch*, P. Rechenberg und G. Pomberger, Editors. Hanser: München, 1035-1046.
- [40] Krafzig, D., K. Banke und D. Slama 2007. Enterprise SOA: Wege und Best Practices für Serviceorientierte Architekturen, Heidelberg: mitp.
- [41] Leymann, F., D. Roller und M.T. Schmidt 2002. Web Services And Business Process Management. *IBM Systems Journal*, 41, 2, 198-211.
- [42] Fettke, P. und P. Loos 2005. Der Beitrag der Referenzmodellierung zum Business Engineering. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 241, 18-26.
- [43] Becker, J., P. Delfmann und R. Knackstedt 2004. Konstruktion von Referenzmodellierungssprachen: Ein Ordnungsrahmen zur Spezifikation von Adaptionsmechanismen für Informationsmodelle. *Wirtschaftsinformatik*, 46 4, 251-264.
- [44] Kohlmann, F. 2011. Geschäftsorientierte (Referenz-) Servicearchitektur für Banken. Leipzig.
- [45] Rosen, M., et al. 2008. Applied SOA: Service-Oriented Architecture and Design Strategies, Indianapolis: Wiley Publishing Inc..
- [46] Dunkel, J. und C. Kleiner 2007. Zur Einführung serviceorientierter Architekturen bei Finanzdienstleistern. In *SOA-Expertenwissen: Methoden, Konzepte und Praxis serviceorientierter Architekturen*, G. Starke und S. Tilkov, Editors. dpunkt.Verlag: Heidelberg, 125-140.
- [47] Arsanjani, A., et al. 2007. Design a SOA Solution Using a Reference Architecture.
- [48] Beisiegel, M., et al. 2007. SCA Assembly Model V1.00.
- [49] BIAN WG Architecture Framework & Foundation 2009. The BIAN Metamodel. Frankfurt am Main.
- [50] Group-IT Germany/ IT-Strategie (Hrsg.) 2009. SOA Conceptual Overview. Frankfurt am Main.
- [51] Brown, P.C. 2007. Succeeding with SOA: Realizing Business Value through Total Architecture, Boston: Addison-Weasly.
- [52] Cohen, S. 2007 Ontology and Taxonomy of Services in a Service-Oriented Architecture. *The Architecture Journal*, 11, 30-35.
- [53] Österle, H. und C. Reichmayr 2005. Outtasking mit WebServices. In *Service-Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dientsleistungen*, H.-J. Bullinger und A.-W. Scheer, Editors. Springer: München, 567-592.
- [54] SAP (2005). Enterprise Services Design Guide.
- [55] Lankhorst, M. 2005. Enterprise Architecture At Work, Berlin: Springer.
- [56] Wilson, C. 2006. Transparent IT: Building Blocks For An Agile Enterprise, Dallas: Geniant.
- [57] Fettke, P. und P. Loos 2003. Specification of Business Components. In *Objects, Components, Architectures, Services, and Applications for a Networked World*, M. Aksit, M. Mezini, and R. Unland, Editors. Springer: Berlin, 62-75.
- [58] Ackermann, J., et al. 2002. Vereinheitlichte Spezifikation von Fachkomponenten: Memorandum des Arbeitskreises 5.10.3 Komponentenorientierte betriebliche Anwendungssysteme. Augsburg.
- [59] Kohlmann, F. 2010. Verknüpfung einer geschäftsorientierten Servicearchitektur für Banken mit der Service Component Architecture am Beispiel der Leitwegbestimmung. Tagungsband des 12. interuniversitären Doktorandenseminars der Universitäten Chemnitz, Dresden, Freiberg, Halle, Jena, Leipzig, 24-33.
- [60] Kohlmann, F., Alt, R., Börner, R. 2010. A Framework for the Design of Service Maps. In *Proceedings of the 16th Americas Conference on Information Systems* (Lima, 12-15 August 2010), 2-9.
- [61] Benlian, A. und T. Hess 2009. Welche Treiber lassen SaaS auch in Grossunternehmen zum Erfolg werden? Eine empirische Analyse der SaaS-Adoption auf Basis der Transaktionskostentheorie. In *9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, 25-27 Februar), 567-576.
- [62] Ciganek, A.P., M.N. Haines und W.D. Haseman 2006. Horizontal and Vertical Factors Influencing the Adoption of Web Services. In *Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences* (Kauai, Hawaii, 04-07 Januar), 109c.
- [63] Kohlmann, F. und Alt, R. 2009. Deducing Service Ownerships in Financial Networks. In *Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems* (San Francisco 6-9 August), 1-11.
- [64] Yin, R. K. 1994. Case Study Research, 2. Aufl., Sage Publications, Beverly Hills.
- [65] Kohlmann, F. 2009. Fallstudie serviceorientierte Architektur bei der Group IT Germany der SEB AG. Leipzig

## 7. Anhang

Tabelle 6 gibt einen Auszug aus den 49 Einzelanforderungen wieder. Die beispielhaft aufgeführten zehn Anforderungen sind abgeleitet aus einer Umfrage unter 29 Banken und Providern.

**Tabelle 6: Auszug detaillierte Anforderungen**

	Anforderung	Anforderungskomplex
#1.1	Verknüpfung fachlicher und technischer Services	→ 1
#1.2	Berücksichtigung Marktdifferenzierung	→ 3
#1.3	Berücksichtigung Schnittstelle zum Kunden	→ 5
#1.4	Berücksichtigung Schnittstelle zu den Geschäftspartnern	→ 5
#1.5	Berücksichtigung Applikationsgrenzen	→ 3
#1.6	Berücksichtigung Besonderheiten überbetrieblicher Kooperation	→ 5
#1.10	Bereitstellung von Vorgehensmodellen zur Entwicklung einer SOA im Unternehmen	→ 10
#1.11	Einfache Anpassung an unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und Personengruppen	→ 9
#1.13	Beschreibung von Services auf unterschiedlichen Granularitätsebenen	→ 1
#1.17	Abgrenzung der Begriffe und Bereitstellung konsistenter Definitionen	→ 2

# Nutzertypen für die situative FIS-Gestaltung: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung

Jörg H. Mayer  
Universität St.Gallen  
Mueller-Friedberg-Straße 8  
9000 St. Gallen, Switzerland  
+41 71 224 2190  
joerg.mayer@unisg.ch

Daniel Stock  
Universität St.Gallen  
Mueller-Friedberg-Straße 8  
9000 St. Gallen, Switzerland  
+41 71 224 2190  
daniel.stock@unisg.ch

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Erfolg von Informationssystemen (IS) hängt maßgeblich von der Wahrnehmung ihrer Nützlichkeit durch die Anwender ab. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn sie sich aufgrund ihrer Stellung im Unternehmen organisatorischen Zwängen entziehen können. Führungsinformationssysteme (FIS) am Arbeitsstil oberster Führungskräfte auszurichten, ist daher eine maßgebliche Erfolgsdeterminante. Ein „one-size-fits-all“-Ansatz ist insbesondere bei dieser Nutzergruppe wenig erfolgsversprechend. Aber auch eine durchgängige Individualisierung ist aus Effizienz- und Konsistenzgründen nicht sinnvoll. Dieser Artikel bestimmt daher aus Ergebnissen einer empirischen Untersuchung vier Nutzertypen von Vorständen. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Anforderungen an FIS zum Teil erheblich und stellen so eine geeignete Basis für Adaptionsmechanismen dar, die eine situative Anpassung generischer Artefakte zur Entwicklung spezifischer FIS erlauben.

## Schlüsselwörter

Führungsinformationssysteme, Nutzertypen, situative Problemanalyse und Artefaktgestaltung

## 1. EINFÜHRUNG

Es gibt vielfältige Definitionen für Führungsinformationssysteme (FIS) [46], dennoch können zwei Charakteristika herausgestellt werden: Erstens, FIS sind am Gesamtunternehmen, insbesondere dessen Fortschritt zur Erreichung der Unternehmensziele, ausgerichtet [30]. Zweitens, FIS sollen auch technikunerfahrenen Führungskräften helfen, durch Informationen zu navigieren, die auch aus verschiedenen Datenquellen stammen können [44]. Die Systemhandhabung sollte dabei direkt und einfach sein [63].

Je höher sich Führungskräfte in der Organisation wiederfinden, desto individueller dürfte ihr Arbeitsstil ausgeprägt sein [42].

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf eine FIS-Ausprägung für oberste Führungskräfte. Wir nennen sie *Unternehmenssteuerungssysteme*, um deren Ausrichtung an der gesamtunternehmerischen Aufgabe dieser Führungskräfte zu verdeutlichen.

Im Vergleich zu anderen Informationssystemen (IS) im Unternehmen generieren die exponierten Nutzer von Unternehmenssteuerungssystemen mit ihrem meist stark ausgeprägten individuellen Arbeitsstil eine weite *Spanne von Anforderungen* [13]. Ein „one-size-fits-all“-Ansatz ist daher nicht zielführend. Allerdings ist ihre durchgängige Individualisierung unter Effizienzgesichtspunkten ebenfalls nicht sinnvoll. Es muss daher eine Balance gefunden werden, die eine Adaption an wenige aber wesentliche Unterschiede im Nutzerverhalten erlaubt.

In Analogie zum situativen Methoden Engineering (SME) und der situativen Referenzmodellierung [3, 6, 23], muss der Entwickler das *Optimum an unterschiedlichen Anforderungsprofilen (Problemklassen)* identifizieren, die durch die Lösung unterstützt werden sollen. Im Anforderungsmanagement (AM) leiten sich diese Profile aus den Rollen der Nutzer ab [9, 34, 37]. Dabei werden subjektive Anforderungen und Präferenzen vernachlässigt. Als Konsequenz beklagen viele Führungskräfte, trotz entsprechender Priorisierung von FIS in den Unternehmen [18-20], auch heute noch deren mangelnde Relevanz [22, 62].

Zwei Gründe sprechen dafür, sich aktuell mit Unternehmenssteuerungssystemen zu beschäftigen. Zum einen sind jüngere Führungskräfte mittlerweile mit IS aufgewachsen und haben eine zunehmend positive Einstellung zur IT, die aber mit höheren Anforderungen einhergeht. Zum anderen hat sich die IT hinsichtlich ihrer Anwenderorientierung weiterentwickelt. Data Warehouses sind als Plattform für analytische Auswertungen etabliert [38] und intuitivere Nutzerschnittstellen („Frontends“), insbesondere aber auch neue Endgeräte unterstützen die zunehmend eigenständige Systemhandhabung durch die Führungskräfte selbst.

Zmud bekräftigte bereits 1979 mehrere Autoren mit der Aussage, dass „individual differences do exert a major force in determining EIS success“ [64]. Nur wenige Jahre später übte Huber [27] jedoch eine Fundamentalkritik, die diese Forschung nachhaltig hemmte. Auch wenn er nicht den Einfluss individueller Anforderungen auf das FIS-Design bestritt, so

zweifelte er an der Effektivität, dem Sinn und der Notwendigkeit dieser Forschung. Zu viele individuelle Charakteristika müssten berücksichtigt werden, so dass es besser wäre, Führungskräfte besser auszubilden. Darüber hinaus sei davon auszugehen, dass in Zukunft FIS ohnehin völlig flexibel und anpassbar werden.

Aus heutiger Sicht, lässt sich dieser Standpunkt nicht aufrecht erhalten: (1) Die IS-Akzeptanzforschung hat belegt, dass die Wahrnehmung eines Nutzers entscheidend für den Erfolg von IS ist [10, 51, 52]. Dies gilt insbesondere dann, wenn sie sich, so wie die Mitglieder der Unternehmensleitung, organisatorischen Zwängen entziehen können. (2) FIS sind heutzutage sicherlich flexibler, aber es braucht weiterhin Experten, um grundlegende Änderungen wie eine neue Datenstruktur vorzunehmen. (3) Es ist nicht das Ziel, jedem Mitglied der Unternehmensleitung eine Individuallösung bereitzustellen. Es geht vielmehr darum, eine *begrenzte Anzahl an Nutzertypen* zu identifizieren, so dass sich Anpassbarkeit zu vertretbaren Kosten realisieren lässt. Hieraus leitet sich die Zielsetzung der Arbeit ab: Es ist eine *Typisierung oberster Führungskräfte* zu erarbeiten. Sie soll helfen, situative Empfehlungen für die Gestaltung von Unternehmenssteuerungssystemen zu fundieren.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt: Nach der Einführung zur situativen IT-Unterstützung oberster Führungskräfte werden verwandte Ansätze dargelegt (Abschnitt 2). Der Charakterisierung unserer *empirischen Untersuchung* im Financial Times „Europe 500“ Report (Abschnitt 3) folgt die Konsolidierung maßgeblicher Anforderungen an Unternehmenssteuerungssysteme mit Hilfe einer Faktoren- und Clusteranalyse (Abschnitt 4). Das Ergebnis konzentriert sich in sogenannten Nutzungsfaktoren und ihren idealtypischen Ausprägungen. Danach werden reale, das heißt aus den Ergebnissen der empirischen Untersuchung abgeleitete, Nutzertypen vorgestellt. Wir unterscheiden dabei ein *Zwei- und ein Vier-Klassen-Modell* (Abschnitt 5). Es folgen erste *situative Anpassungsmechanismen* für Unternehmenssteuerungssysteme und die Reflektion des eigenen Vorgehens (Abschnitt 6). Ihre eigentliche Gestaltung ist Teil weitergehender Forschungsarbeiten. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung und gibt einen Ausblick auf nächste Forschungsschritte.

## 2. GRUNDLAGEN

### 2.1 Situative IS-Gestaltung

Die gestaltungsorientierte Forschung der Wirtschaftsinformatik (WI) ist auf die Entwicklung nützlicher Artefakte ausgerichtet, die Probleme im Zusammenhang mit IS lösen [23]: Konstrukte, Modelle, Methoden und Instanzierungen [26, 39]. Für deren Gestaltung spielt der *Kontingenzansatz* eine immer größere Rolle. Dies schlägt sich im situativen Methoden-Engineering sowie der Referenzmodellierung nieder [z. B. 3, 6, 23, 53]. Dabei werden generische Artefakte für unterschiedliche Problemklassen adaptierbar gemacht, um der immer größer werdenden Komplexität an Gestaltungsanforderungen Rechnung zu tragen.

Situative Ansätze sind nicht neu und wurden zuerst in der Organisationstheorie aufgegriffen. Nach Fiedler [z. B. 15, 33] gibt es nicht den einen Weg („one-size-fits-all“), um ein Unternehmen zu leiten, da viele interne und externe Faktoren berücksichtigt

werden müssen. Forschung verfolgt jedoch auch keine Individuallösungen, da Generalität ein Qualitätsmerkmal darstellt. Somit steht der Forscher vor der Wahl der richtigen Anzahl unterstützter Problemklassen, an die sich Artefakte anpassen lassen sollten.

Becker et al. [3] haben diese Fragestellung als Referenzmodell-Dilemma thematisiert, welches auch die Ausgangsbasis für die vorliegende Arbeit darstellt. Aus einer empirischen Untersuchung werden vier Nutzertypen von Vorständen identifiziert, deren Anforderungen die situative Gestaltung von Unternehmenssteuerungssystemen determinieren.

### 2.2 Bestehende Ansätze in der FIS-Gestaltung

Unsere Literaturanalyse folgt Webster und Watson [58] und ist auf führende Journals der WI ausgerichtet. Aus dem Katalog der London School of Economics and Political Science (LSE) wurden zehn Zeitschriften ausgewählt [59]. Es handelt sich um die Top 5-WI-Zeitschriften: MIS Quarterly (MISQ), Information Systems Research (ISR), Information & Management (I&M), Journal of Management Information Systems (JMIS), Decision Support Systems (DSS) sowie die im Umfeld „Management und IT“ eher allgemein gehaltenen Zeitschriften European Journal of Information Systems (EJIS), Information & Organization (I&O), Information Systems Journal (ISJ), Journal of Organizational and End-User Computing (JOEUC) und Journal of Information Technology (JIT). Mit einer Schlagwortsuche wurden 292 Artikel identifiziert, von denen 19 als relevant eingestuft wurden. Durch einen „Backward Search“ wurde die Anzahl relevanter Artikel auf 25 erhöht. Ihre Auflistung ist in Abbildung 1 dargestellt.

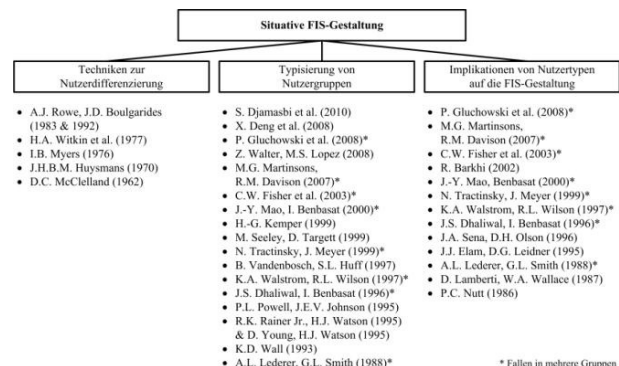


Abbildung 1: Entwicklungsstand der situativen Artefaktgestaltung von Unternehmenssteuerungssystemen

Die Analyse der Beiträge führte zu einer Dreiteilung. Die erste Gruppe stellt auf *Techniken zur Nutzerdifferenzierung* ab und hat ihre Wurzeln in der Psychologie. Sie klassifizieren Individuen nach ihren (menschlichen) Eigenschaften und Präferenzen und setzen sich damit auseinander, in welcher Form sie Informationen bevorzugt aufnehmen und wie sie darauf basierend Entscheidungen treffen (kognitiver Stil) [z.B. 2, 13, 36, 40]. Beispiele sind der Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) [43], Witkins Konzept der Feldabhängigkeit/Feldunabhängigkeit [60] sowie Rows und Boulgarides Klassifikation von Entscheidungsstilen [47] nach „directive, analytical, conceptual, and behavioral“.

Die zweite Gruppe typisiert *Nutzergruppen*. Entweder setzen die Beiträge auf den Modellen der ersten Gruppe auf. Ein Beispiel ist der MBTI zur Differenzierung von Männern als FIS-Nutzer gegenüber Frauen [45]. Oder die Beiträge gehen explorativ vor und leiten Nutzergruppen aus deren tatsächlichen Anforderungen oder Verhalten ab. So identifizieren Seeley und Target mit „steady-state user“ (kontinuierliche Nutzung), „growing user“ (steigende Nutzung), „born-again user“ (wiederkehrende Nutzung) sowie „declining user“ (zunehmend keine Nutzung) vier Nutzertypen auf Basis ihrer FIS-Anwendung über die Zeit [48]. Hieraus lassen sich jedoch keine Gestaltungsempfehlungen für Unternehmenssteuerungssysteme ableiten. Walstrom und Wilson hingegen differenzieren auf Basis genutzter Funktionalitäten (z. B. Analysen und Unternehmens-News) drei Nutzertypen [55]: „converts“ nutzen FIS als Alternative zu papierbasierten Reports, „pacesetters“ nutzen FIS um den Informationsfluss zu verbessern und „analyzers“ nutzen primär FIS-Analysefunktionen, insbesondere Methoden der Statistik. Hierbei werden jedoch keine nicht-funktionalen Aspekte wie Performance, Benutzerführung oder Datenqualität berücksichtigt. Gluchowski et al. [21], die sich überwiegend auf Arbeiten von Chameni et al. [8] beziehen, unterscheiden nach Informationskonsumenten, Analysten und Spezialisten. Sie fundieren die Nutzertypen mit unterschiedlichen Managementrollen im Unternehmen. Hieraus werden Potentiale für rechnergestützte Arbeitsplätze für Führungskräfte abgeleitet.

Die dritte Gruppe an Beiträgen nutzt die Eigenschaften bestimmter Nutzergruppen, um deren *Implikationen für die FIS-Gestaltung* abzuleiten. Ein aktuelles Beispiel sind Martisons und Davison, die anhand „typischer“ Entscheidungsstile von Managern in Amerika, Japan und China Aussagen über die erwartete Akzeptanz und Nutzung von FIS machen [40].

Als Kritikpunkt der skizzierten Beiträge lässt sich die Fokussierung auf kognitive Stile festhalten, so dass Eigenschaften wie der persönliche Arbeitsstil, die Erfahrung oder persönliche Motive für die FIS-Nutzung nur selten beleuchtet werden [11, 17, 50]. Das hat unter anderem zur Folge, dass bei der Gestaltung von FIS in der Regel nur Teilaspekte beleuchtet werden [27]. Hier setzt unser Forschungsvorhaben an. Ziel ist eine Typisierung von FIS-Nutzergruppen durchzuführen, die (implizit) alle relevanten Eigenschaften der obersten Führungskräfte berücksichtigt.

Hierfür eignet sich ein explorativer Ansatz, da hierbei die wesentlichen Eigenschaften implizit in den zugrundeliegenden Nutzer- und Anforderungsprofilen enthalten sind [vgl. 48, 55]. Es lässt sich daraus zwar nicht erklären, *warum* eine Nutzergruppe bestimmte Anforderungen hat, aber da im vorliegenden Beitrag die situative Gestaltung von FIS im Vordergrund steht, ist dies nicht von Nachteil. Alternativ müsste man die Nutzergruppen explizit entlang ihrer Charakteristika modellieren, die jeweiligen Implikationen und Querbeziehungen untersuchen und bei der IS-Gestaltung berücksichtigen. Das würde eine sehr hohe Komplexität implizieren, vor der bereits Huber abgeraten hat [27].

### 3. EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG

Als Forschungsmethode liegt dem Beitrag eine *vergleichende Feldstudie* (Querschnittsanalyse) zugrunde. Sie erlaubt, verschie-

dene Aspekte zur Unterstützung der Unternehmensleitung und auch systematisch Erkenntnisse verschiedener Unternehmen zu erfassen [35]. Fallstudien sind im Vergleich häufig nicht so strukturiert und Längsschnittanalysen scheiden aufgrund der Belastung der avisierten Führungskräfte aus.

Unternehmenssteuerungssysteme haben eine besondere Bedeutung für große, internationale Konzerne. Da diese überwiegend als Aktiengesellschaften firmieren, wurden in die Untersuchung ausschließlich Konzerne einbezogen, deren konzernleitende Gesellschaft zum Zeitpunkt der Untersuchung in einem Aktienindex erfasst war. Um die Antworten vergleichbar zu halten, wurden schließlich die 250 größten Konzerne in Europa einbezogen, die am 30. Juni 2008 im *Financial Times (FT) „Europe 500“ Report* erfasst waren. Er stellt die größten europäischen Unternehmen nach ihrer Marktkapitalisierung zum Stichtag zusammen [16].

Die Daten wurden mit einem Fragebogen erhoben. Es wurden die *Vorsitzenden des Vorstandes* (CEOs) und die *Finanzvorstände* (CFOs) angeschrieben. Für die Typisierung der Nutzertypen kamen Fragen zum Soll-Profil für Unternehmenssteuerungssysteme zur Anwendung. Der Katalog bestand aus 14 Fragen, die nach Berthel [4] in die fünf Kategorien der *Informationsversorgung* gruppiert waren: Informationsbedarfsanalyse, -aufbereitung, -darstellung sowie die Terminierung und Richtigkeit der bereitzustellenden Informationen. Dabei kamen fünfstufige Ordinalskalen mit „1(sehr gering) – 2(gering) – 3(mittel) – 4(hoch) – 5(sehr hoch)“ zur Anwendung [5].

Letztendlich haben 51 Gesellschaften mit 59 Fragebögen geantwortet. So wurde eine gesellschaftsbezogene Rücklaufquote von 20,4 % erreicht. Die Repräsentativität der Stichprobe wurde mit Chi-Quadrat-Homogenitätstests [14] hinsichtlich Branchenzugehörigkeit und Marktkapitalisierung bestätigt [61]

Die Untersuchungsergebnisse wurden mit Hilfe multivariater Methoden einer *Faktoren- und Clusteranalyse* generiert [25]. Sieben von den 59 Antworten mussten aufgrund zumindest einer fehlenden Antwort ausgeschlossen werden. Hair et al. [24] nennen 50 Datensätze als untere Grenze für eine Faktorenanalyse. Die Stichprobe stellt mit 52 *Datensätzen* somit eine kleinere, aber ausreichende Grundlage dar und ist vergleichbar mit anderen Untersuchungen in dieser Zielgruppe: Seeley und Targett [48] arbeiteten mit 85 *Datensätzen*, Walstrom und Wilson [55] mit 43, Rainer und Watson [46] mit 48, Nord und Nord [44] mit 47 und Watson et al. [57] mit 43 *Datensätzen*.

### 4. AUSWERTUNG

In einem ersten Schritt wurde herausgearbeitet, nach welchen maßgeblichen Faktoren sich die Nutzertypen der befragten Vorstände unterscheiden lassen [49]. Hierzu wurden die 14 Variablen der Stichprobe mittels einer explorativen *Faktorenanalyse* auf wenige, wechselseitig unabhängige Einflussgrößen reduziert.

Um die Eignung der Stichprobe zu belegen, wurde zunächst mit dem Kaiser-Maier-Olkin-Test (KMO-Test) und dem Bartlett-Test eine ausreichende Korrelation unter den 14 Variablen nachgewiesen (Tabelle A.1) [12]. Das ermittelte KMO-Kriterium von 0,73 ist dabei als „gut“ zu klassifizieren [28]. Des Weiteren



wurde das Vorhandensein einer Diagonalmatrix überprüft (Tabelle A.2). Die Anti-Image-Kovarianz-Matrix weist 40 Nichtdiagonalwerte ungleich Null ( $>0,9$ ) auf, was einer Quote von 21,98% (max. 25%) entspricht und die Anwendbarkeit einer Faktorenanalyse bestätigt [1].

Das Kaiser-Guttman-Kriterium [29] und das Ellbogen-Kriterium [7] wurden verwendet, um in einem zweiten Schritt die Anzahl der benötigten Faktoren zu bestimmen. Sie wurde mit vier berechnet (Abbildung A.1) und dient als Ausgangsbasis für eine Hauptkomponentenanalyse. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt. Die vier Faktoren erklären 67,18% der Variablenvarianz, was als befriedigend bis gut eingestuft werden kann.

Zum besseren Verständnis der Faktoren wurde die Komponentenmatrix mit Hilfe der Varimax-Methode und der Kaiser Normalisierung [28] gedreht. Die *Faktorenladungen* zeigen dabei den Einfluss der Variablen auf den jeweiligen Faktor und bestimmen sich aus den Korrelationen der Variablen zu den Faktoren. Dabei sind nur diese relevant, die mit einer Größe von mehr 0,5 laden [49]. Das Ergebnis ist eine eindeutige Zuordnung der Variablen zu den vier Faktoren (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Rotierte Komponentenmatrix**

Item	(F1) Einstiegs- niveau	(F2) Nutzungs- bereitschaft	(F3) Geschäfts- orientierung	(F4) Analyse- orientierung
Aggregationsgrad	,792	,003	-,304	-,064
Überprüfbarkeit	,781	,137	,187	,232
Datenaktualität	-,706	,051	,126	,303
Datengenauigkeit	-,659	-,130	,043	,448
Objektiver Informationsbedarf	,028	,805	,085	-,092
Oberflächengestaltung	-,114	,681	-,205	-,154
Dialogführung	,371	,698	-,138	,064
Zahlungsbereitschaft	,170	,720	,010	,235
Schnelle Umsetzung	-,114	,645	,336	,086
Subjektiver Informationsbedarf	,064	,140	,807	,269
(Ergänzende) operative Informationen	,312	,157	,785	,135
Statistikfunktionen	-,136	,093	-,069	,831
Prognosemethoden	-,072	,025	,128	,855
Simulationen	-,028	-,041	,098	,838

## 4.1 Einstiegsniveau

Das Einstiegsniveau stellt auf die Art und Weise ab, wie sich die befragten Vorstände die „*Einflughöhe*“ ihrer Arbeit mit Unternehmenssteuerungssystemen wünschen. Hierauf laden vier Variablen: Der Aggregationsgrad und die nachgelagerte Überprüfbarkeit der bereitgestellten Informationen determinieren die Granularität des Systemeinstiegs. Dabei werden Kompromisse bei der Aktualität und Genauigkeit toleriert (negative Faktorenladung).

Hieraus lassen sich zwei idealtypische Ausprägungen an Nutzertypen ableiten: *Generalisten* präferieren einen solchen Überblick. Die Informationen haben sich jedoch stets durch Detailanalysen überprüfen zu lassen. *Spezialisten* hingegen wünschen sich schon

zu ihrem Einstieg (Detail-)Berichte und Analysen. Dabei spielen dann schon zu Analysebeginn die Aktualität und Genauigkeit der bereitgestellten Informationen eine große Rolle.

## 4.2 Nutzungsbereitschaft

Der zweite Faktor erfasst die über den Systemeinstieg hinausgehende IS-Nutzungsbereitschaft („*Navigation*“). Hierauf laden die Oberflächengestaltung und Dialogführung. Dass der objektive Informationsbedarf positiv auf die Nutzungsbereitschaft lädt, lässt sich damit erklären, dass die Vorstände ihre Analyse damit anfangen wollen. Sind diese Rahmenbedingungen erfüllt, nehmen sie den Zeit- und Kostenaufwand für die Konzeption und Umsetzung von Unternehmenssteuerungssystemen auch in Kauf.

*Vielnutzer* sehen einen großen Nutzen in ihrer IT-Unterstützung. Sie bevorzugen die eigene IS-Navigation, wollen also Berichte eigenständig aufrufen und bereitgestellte Informationen selbst analysieren. Im Gegenzug tolerieren sie den Zeit- und Kostenaufwand für Unternehmenssteuerungssysteme. *Nichtnutzer* hingegen haben faktisch kein Interesse an Unternehmenssteuerungssystemen. Dies kann in negativen Erfahrungen oder auch aus in der Unkenntnis heutiger IT-Möglichkeiten begründet liegen. Sie benötigen daher lediglich ein Standardreporting und eine größere Investition in Unternehmenssteuerungssysteme lässt sich für sie kaum rechtfertigen.

## 4.3 Geschäftsorientierung

Führungskräfte haben meist einen individuellen Arbeitsstil und damit einen vom objektiven Informationsbedarf abweichenden (zusätzlichen) *subjektiven Informationsbedarf*. Er umfasst Informationen, die die Vorstände zu glauben brauchen, die sich aber nicht aus ihren Aufgaben ableiten lassen [41]. Die Geschäftsorientierung klärt deren Bedeutung für Unternehmenssteuerungssysteme insbesondere auch das Tagesgeschäft im IS abzubilden. Dies kann Kennzahlen wie Durchlaufzeiten in der Produktion, Fehler oder Ausschussquoten in der Qualitätssicherung umfassen.

Tagesgeschäftsorientierte „*Macher*“ nehmen operative, individuelle Informationen gerne in Anspruch, um produkt- und branchennahe Entscheidungen zu treffen. „*Perceiver*“ hingegen haben das Tagesgeschäft in der Regel aus der Hand gegeben. Sie verlassen sich bei ihrer Aufgabenbewältigung eher auf die nachlaufenden finanziellen Kennzahlen.

## 4.4 Analyseorientierung

Der vierte Faktor stellt auf die Bedeutung *tiefergehender Analysen* ab. Statistikfunktionen, Prognosemethoden und Simulationen laden positiv darauf.

*Analysten* sind faktengetrieben und kommen mit Logik zu rationalen Entscheidungen (Abschnitt 2.2: MBTI-Typ „Thinking“). Daher spielen Auswertungen für sie eine große Rolle. *Konsumenten* hingegen verlassen sich bei Entscheidungen mehr auf ihre Intuition (Abschnitt 2.2: MBTI-Typ „Feeling“). Sie urteilen eher subjektiv, so dass weiterführende Analysen von geringer Bedeutung sind.

## 5. NUTZERTYPEN

Basierend auf den herausgearbeiteten Faktoren wurde eine hierarchische *Clusteranalyse* durchgeführt, um die Vorstände in möglichst homogene Nutzergruppen zu unterteilen. Hierzu wurde der Ward-Algorithmus mit quadriertem euklidischen Distanzmaß ausgewählt [1], weil er auch für kleinere Datensätze geeignet ist [24]. Das Dendrogramm legt ein Zwei-Cluster- sowie ein symmetrisch detaillierendes Vier-Cluster-Modell nahe (Abbildung A.2).

Das Zwei-Cluster-Modell umfasst analyseorientierte Vielnutzer sowie indifferente Wenignutzer. Das Vier-Cluster-Modell unterscheidet Analytische Poweruser, opportunistische Analysten, generalistische Basisnutzer und faktische Nichtnutzer (Tabelle 2). Ihre Profile lassen sich anhand ihrer Faktorenausprägungen darstellen, die Werte wurden hierfür normiert [1]. Positive Achsenabschnitte weisen darauf hin, dass Faktoren die Nutzertypen stärker als im Durchschnitt prägen und vice versa.

### 5.1 Analyseorientierte Vielnutzer

Analyseorientierte Vielnutzer zeichnen sich durch ihre hohe grundsätzliche IS-Nutzungsbereitschaft aus (F2, Faktorenladung von 0,5). Dabei soll in erster Linie ihr *objektiver Informationsbedarf* abgedeckt werden (Tabelle 1). Hinzu kommt ihre sehr hohe Analyseorientierung (F4, Faktorenladung von 0,75). Demgegenüber besitzen diese Vorstandstypen eine nur schwach ausgeprägte Tendenz, mit einem Überblick in die Unternehmensanalyse einsteigen zu wollen (F1). Gleiches gilt dabei für ihr Interesse an ergänzenden operativen Informationen (F3).

**Tabelle 2: Zwei-Cluster und Vier-Cluster-Modell von Nutzertypen für Unternehmenssteuerungssysteme**

	(F1) Einstiegs- niveau	(F2) Nutzungs- bereitschaft	(F3) Geschäfts- orientierung	(F4) Analyse- orientierung
<b>Cluster A: Analyseorientierte Vielnutzer</b>				
	0,2 (neutral)	<b>0,5 (hoch)</b>	0,2 (neutral)	<b>0,75 (sehr hoch)</b>
A.1 Analytische Poweruser	0,1 (neutral)	<b>0,9 (sehr hoch)</b>	<b>0,7 (sehr hoch)</b>	<b>0,9 (sehr hoch)</b>
A.2 Opportunistische Analysten	0,3 (hoch)	0,3 (hoch)	0,1 (neutral)	<b>0,6 (hoch)</b>
<b>Cluster B: Indifferente Wenignutzer</b>				
	-0,1 (neutral)	<b>-0,5 (gering)</b>	-0,3 (gering)	-0,3 (gering)
B.1 Generalistische Basisnutzer	-0,3 (gering)	0 (neutral)	<b>-0,6 (sehr gering)</b>	-0,3 (gering)
B.2 Faktische Nichtnutzer	0,0 (neutral)	<b>-0,9 (sehr gering)</b>	-0,2 (neutral)	<b>-0,9 (sehr gering)</b>

#### 5.1.1 Analytische Poweruser

Analytische Poweruser detaillieren diese Grundeinstellung. Diese Vorstände informieren sich umfassend und sehr selbstständig am System. Hinsichtlich ihrer Bereitschaft, IS zu nutzen (F2), erreichen sie das Niveau des idealtypischen *Vielnutzers* (Abschnitt 4.2). Dazu kommt ihre *dezidierte Anforderung nach tiefergehenden Analysen* (F4, Faktorenladung

von 0,9). Dieses Ergebnis entspricht dem Niveau des idealtypischen Analysten (Abschnitt 4.4). Im Vergleich zu einer Referenzstudie von Kemper [31] aus 1999 ist dies eine maßgebliche Veränderung, insbesondere wenn sich 19 der befragten 52 Vorstände zu dieser Kategorie zählen. Des Weiteren haben analytische Poweruser einen sehr hohen Bedarf nach ergänzenden individuellen Informationen (F3, Faktorenladung von 0,7) und wollen mit einer sehr schwach ausgeprägten Tendenz mit einem Überblick in ihre Unternehmensanalyse einsteigen (F1, Faktorenladung von 0,1).

#### 5.1.2 Opportunistische Analysten

Hinsichtlich ihrer Nutzungsbereitschaft fallen opportunistische Analysten im Vergleich zu analytischen Powerusern zurück. Sie sind aber immer noch als *aktive IS-Nutzer* einzustufen (F2, Faktorenladung von 0,3). Sie besitzen dabei die Fähigkeit, *Analysen am System* (F4, Faktorenladung von 0,6) selbständig auszuführen, legen aber keinen großen Wert darauf, dies auch zu tun.

Opportunistische Analysten wollen ihre Auswertungen mit einem Überblick beginnen (F1). Zusätzliche Informationsbedarfe decken sie aber nicht per se durch Unternehmenssteuerungssysteme ab (F3, Faktorenladung von 0,1 im Vergleich zu 0,7 der Analysten). Sie nutzen IS, wenn sie helfen, Entscheidungen zu fundieren, wägen deren Nutzung aber stets gegen individuelle Erfahrungen und persönliche Gespräche mit Kollegen und Mitarbeitern ab.

### 5.2 Indifferente Wenignutzer

Die indifferenten Wenignutzer zeigen nur *geringes Nutzungsinteresse* an Unternehmenssteuerungssystemen (F2). Mit einer negativen Faktorenladung von -0,5 liegen sie deutlich unter dem Durchschnitt aller Antworten. Dabei haben sie auch weniger Bedarf an ergänzenden Informationen in Unternehmenssteuerungssystemen sowie weitergehenden Analysen (F3, F4, negative Faktorenladung von jeweils -0,3). Beim SystemEinstieg (F1) möchten indifferente Wenignutzer direkten Zugriff auf (Detail-) Informationen für ihren abgegrenzten Aufgabenbereich haben.

#### 5.2.1 Generalistische Basisnutzer

Generalistische Basisnutzer detaillieren diese Einstellung. Sie legen *weniger Wert auf Analysen*, die sie selbst am System durchführen können (F4, Faktorenladung von -0,3). Sie präferieren dabei *finanzielle Kennzahlen* gegenüber individuellen operativen Informationen (F3, negative Faktorenladung von -0,6) und wünschen sich, eher mit Details in das System einzusteigen (F1). Hinsichtlich ihrer weiterführenden Nutzungsbereitschaft (F2) sind sie indifferent und greifen eher auf Ihre Assistenz zur Informationsbeschaffung zurück.

#### 5.2.2 Faktische Nichtnutzer

Charakteristikum der Nichtnutzer ist ihre faktische *Ablehnung von Unternehmenssteuerungssystemen* (F2, Faktorenladung von -0,9). Falls sie in Ausnahmefällen ein IS nutzen, sind sie in ihrem Einstieg indifferent (F1). Sie schätzen eher finanzielle Kennzahlen. Tiefergehenden IT-gestützte Analysen (F4) werden als „nicht benötigt“ eingeschätzt (F4, Faktorenladung von -0,9).

Trägt man die relativen Faktorenausprägungen je Nutzungstyp in einer Matrix der Nutzungsfaktoren auf, lassen sich die Nutzertypen auch grafisch darstellen (Abbildung 2).

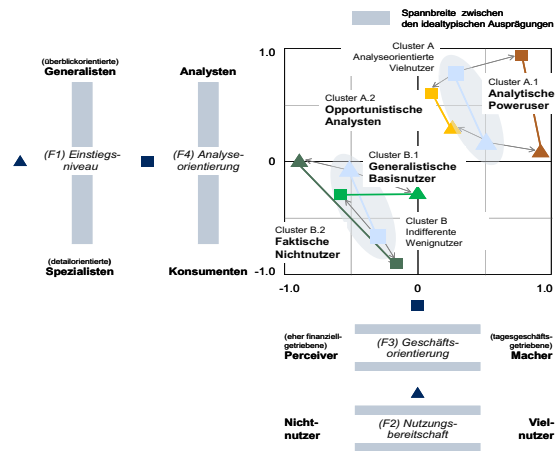


Abbildung 2: Einordnung von Nutzertypen im Spannungsfeld idealtypischer Ausprägungen

## 6. IMPLIKATIONEN

### 6.1 Situative Gestaltungsempfehlungen

Basierend auf den herausgearbeiteten Nutzertypen werden nunmehr noch situative Empfehlungen für die Gestaltung von Unternehmenssteuerungssystemen abgeleitet. Die Ergebnisse dieser Deduktion wurden mit Erfahrungswissen aus Interviews mit vier Vorständen eines internationalen Automobilzulieferers unterlegt (Umsatzerlöse 2009: 24 Mrd. EUR; Mitarbeiter 2009: 150.000).

Dabei erfolgte die Auswahl der Vorstände derart, dass je ein Nutzertyp aus dem Vier-Cluster-Modell abgedeckt wurde: Der analyseorientierte Poweruser wurde durch den Vorsitzenden des Vorstandes abgedeckt und der Finanzvorstand entsprach dem opportunistischen Analysten. Darüber hinaus repräsentierte einer der Divisionsvorstände den Nutzertyp generalistischer Basisnutzer und der Arbeitsdirektor stellte einen faktischen Nichtnutzer von Unternehmenssteuerungssystemen dar.

Nach Walls et al. [54] kann bei der FIS-Gestaltung zwischen einer Produkt- und einer Prozesssicht unterschieden werden. Wir fokussieren die *Produktsicht* und differenzieren nach einer Referenzarchitektur für analytische IS zwischen der Nutzerschnittstelle („user interface“) sowie der Auswertungskomponente von Unternehmenssteuerungssystemen mit ihrem zugehörigen Datenmodell [32, 56]. Folgende (situativen) Adaptionsmechanismen je Nutzertyp stellen wir zur Diskussion (Tabelle 3).

#### 6.1.1 Nutzerschnittstelle

Die Nutzerschnittstelle entscheidet maßgeblich, ob und bis zu welcher Detailtiefe Vorstände mit Unternehmenssteuerungssystemen arbeiten. Wir differenzieren entsprechend unseren Nutzungsfaktoren zwischen dem (a) IS-Einstieg und der (b) weiterführenden Nutzung.

(a) Die Tabelle 2 zeigt, dass das *Einstiegsniveau* je Nutzertyp in einer eher geringen Spannbreite von 0,3 um den Nullwert pendelt. Damit ist ein *gemeinsamer SystemEinstieg* für alle Nutzertypen grundsätzlich denkbar, dennoch sollten folgende Präferenzen berücksichtigt werden.

Analytischen Powerusern und opportunistischen Analysten sollte mit einem *Top-Down-Einstieg* ein inhaltlich umfassender Einstieg bei granularer „Einflughöhe“ bereitgestellt werden. Ihnen sollten alle Berichte und Analysen mit Bezug auf ihren objektiver Informationsbedarf zugänglich sein. Eine Portfoliodarstellung oder ein One-Page-Format mit Informationsclustern wie Finanz- und Rechnungswesen, Controlling, Compliance und Programm-Management sowie Cash Flow- und Liquiditätsmanagement können ein solcher Einstieg sein.

Indifferenten Wenignutzern sollte ein *Bottom-Up-Einstieg* bereitgestellt werden, der direkt deren individuellen Erkenntnisgewinn befriedigt. Einfach strukturierte, farblich hinterlegte Detailanalysen haben diesen Vorständen einen Absprung „auf Klick“ zu Kurz-Bilanzen, Deckungsbeitragsrechnungen, einer Risiko- oder Projektübersicht zu ermöglichen. Weiterführende Bereiche sollten in einem solchen Einstieg ausgeblendet sein. Für faktische Nichtnutzer bietet sich ein Ausdruck wesentlicher Berichte und Reports in elektronischer Form als „eBook“ an.

(b) Hinsichtlich der *Nutzungsbereitschaft* spannen die analytischen Poweruser und die faktischen Nichtnutzer die größte Breite der Untersuchung in Höhe von 1,8 auf. Ein „klassisches“ *Finanzreporting* stellt hier die Schnittmenge der Anforderungen dar. Für die übrigen drei Nutzertypen ist dieses wie folgt zu ergänzen:

Analyseorientierte Poweruser sind die anspruchsvollsten Nutzer. Ihnen ist eine *flexible Systemnavigation* zur Verfügung zu stellen. Das bedeutet, ein Standardreporting mit vordefinierten Berichten und Analysen sollte um eine aktive Dialoggestaltung, selbst abrufbare Kommentare sowie Absprungpunkte („touchpoints“) für eine *umfassende Peripherie* ergänzt werden. Diese Peripherie sollte Ad-hoc-Abfragen, nichttroutinemäßige Informationen und direkte Verknüpfungen zu Vorsystemen ermöglichen. Mit Blick auf die hohe Faktorladung der Geschäftsorientierung (Abbildung 2) ist dabei an Marktanteils- oder Konkurrenzanalysen zu denken, die aufgrund ihrer Detaillierung nicht Teil des Standardreportings sind. Mit voreingestellten Parametern ist bei dieser Nutzergruppe auch das *Absetzen direkter Datenbankabfragen* denkbar.

Für opportunistische Analysten sind *vordefinierte Detailanalysen* bereitzustellen (vgl. Abbildung 2). Gewinn- und Verlustrechnungen, detaillierte Risiko- und Projektaufstellungen oder Produktdeckungsbeitragsrechnungen sind Beispiele, die im Vergleich zu Powerusern weniger operative Daten als vielmehr finanzielle Kennzahlen umfassen.

Für generalistische Basisnutzer sollte das *Standardreporting* überwiegen. Direkte Absprungpunkte („touchpoints“) sind an dieser Stelle auf ein Minimum zu reduzieren und aus dem Einstiegsbildschirm gänzlich zu entfernen. Hingegen sollten für diese Vorstände Navigationsfunktionalitäten wie ein *Traffic-Light-Coding* oder eine *bread-crumbs-Leiste* im Vordergrund

stehen. Bei letzterem handelt es sich um eine Orientierungsleiste, die häufig genutzte Funktionen protokolliert und somit eine schnelle Navigation zwischen einzelnen Analyseschritten erlaubt.

### 6.1.2 Auswertungs- und Datenmodell

Das Auswertungs- und Datenmodell wird durch den inhaltlichen Umfang der gewünschten Informationen determiniert, insbesondere inwieweit auch Daten aus anderen Systemen zu integrieren sind. Die *Geschäftsorientierung* weist eine Spannweite von 1,3 auf, die durch die Anforderungen der analyseorientierten Poweruser und den generalistischen Basisnutzern bestimmt wird.

Analyseorientierten Powerusern ist eine flexible OLAP-Peripherie bereitzustellen. Sobald operative Daten angefordert werden oder aggregierte Informationen zu überprüfen sind, sollten „drill-through“-Funktionalitäten vorhanden sein. Als Beispiele sind eine geführte Navigation in ein Produktionsplanungs- und -steuerungssystem (PPS) bei einem Automobilzulieferer oder ein Absprung in ein Dokumentensystem bei einem Chemieunternehmen zu nennen. Im Vergleich fordern opportunistische Analysten neben dem finanziellen Standardreport mit weniger Nachdruck *operative, geschäftsorientierte Kennzahlen*.

Direktabsprünge in Quellsysteme sind für generalistische Basisnutzer hingegen auszublenden. Ihnen sind überwiegend *finanzielle Kennzahlen* bereitzustellen. Dies trifft auch auf die faktischen Nichtnutzer zu. Neben Detailblättern des Finanz- und Rechnungswesens wie „Sales/EBIT-Analysen“ ist ihnen zum Beispiel ein „Aufriss“ aggregierter Kennzahlen nach den Sichten „Produkt, Land und Kunde“ oder Granularitäten wie Konzern, Division und Einzelgesellschaft zur Verfügung zu stellen.

Die analytischen Poweruser und die faktischen Nichtnutzern weisen bei der *Analyseorientierung* eine Spannweite von 1,8 auf. Die gemeinsame Berichtsstruktur ist daher je nach Nutzertyp um Analysen zu ergänzen. Für analyseorientierte Poweruser sind *statistische Funktionen, Prognosemethoden und Simulation* selbstverständliche Hilfsmittel in der Unternehmenssteuerung. Da opportunistische Analysten eher selten komplexere Auswertungen am System durchführen, benötigen sie diese Analysen nicht.

**Tabelle 3: Komponenten situativer Artefaktgestaltung**

<b>Maximallösung: Expertensystem für analyseorientierte Poweruser</b>	
<b>Nutzerschnittstelle</b>	
Einstiegsniveau: 0,1 (neutral)	=> Top-Down-Einstieg: Inhaltlich umfassend bei granularer „Einflughöhe“
Nutzungsbereitschaft: 0,9 (sehr hoch)	=> Standardreporting sowie sehr flexible Möglichkeiten der Interaktion
<b>Auswertungs- und Datenmodell</b>	
Geschäftsorientierung: 0,7 (sehr hoch)	=> hohes Gewicht auf geschäftsorientierte Kennzahlen
Analyseorientierung: 0,9 (sehr hoch)	=> vielfältige vordefinierte Detailanalysen, flexible Peripherie für individuelle Analysen, drill-through-Funktionalitäten sowie statistische Funktionen, Prognosemethoden und Simulation
<b>Umfassende Berichterstattung für opportunistische Analysten</b>	
<b>Nutzerschnittstelle</b>	
Einstiegsniveau: 0,3 (hoch)	

=> Top-Down-Einstieg: Inhaltlich umfassend bei granularer „Einflughöhe“
Nutzungsbereitschaft: 0,3 (hoch)
=> Standardreporting sowie vordefinierte Möglichkeiten der Interaktion auf „Mausklick“
<b>Auswertungs- und Datenmodell</b>
Geschäftsorientierung: 0,1 (neutral)
=> etwas höheres Gewicht auf geschäftsorientierte Kennzahlen als auf finanzielle Kennzahlen
Analyseorientierung: 0,6 (hoch)
=> vielfältige vordefinierte Detailanalysen, überwiegend vordefinierte IS-Peripherie für individuelle Analysen, keine statistischen Funktionen, Prognosemethoden und Simulation
<b>Klassisches Finanzreporting mit wenigen weiterführenden Berichten und Analysen für generalistische Basisnutzer</b>
<b>Nutzerschnittstelle</b>
Einstiegsniveau: -0,3 (gering)
=> Bottom-Up-Systemeinstieg: direkt auf den individuellen Erkenntnisgewinn ausgerichtet
Nutzungsbereitschaft: 0 (neutral)
=> Standardreporting mit wenigen vordefinierten (Detail-)berichten und -analysen
<b>Auswertungs- und Datenmodell</b>
Geschäftsorientierung: -0,6 (gering)
=> hohes Gewicht auf finanzielle Kennzahlen
Analyseorientierung: -0,3 (gering)
=> wenige vordefinierte Detailanalysen, keine flexible IS-Peripherie, statistische Funktionen, Prognosemethoden und Simulation
<b>Minimallösung: Klassisches Finanzreporting für faktische Nichtnutzer</b>
<b>Nutzerschnittstelle</b>
Einstiegsniveau: 0 (neutral)
=> Bottom-Up-Systemeinstieg: direkt auf den individuellen Erkenntnisgewinn ausgerichtet
Nutzungsbereitschaft: -0,9 (sehr gering)
=> Standardreporting ohne weiterführende (Detail-)berichten und -analysen
<b>Auswertungs- und Datenmodell</b>
Geschäftsorientierung: -0,2 (gering)
=> etwas höheres Gewicht auf finanzielle Kennzahlen
Analyseorientierung: -0,9 (sehr gering)
=> sehr wenige vordefinierte Detailanalysen, keine flexible IS-Peripherie, statistische Funktionen, Prognosemethoden und Simulation

Faktische Nichtnutzer benötigen maximal *vordefinierte Detailanalysen*, insbesondere aber *keine flexible OLAP-Peripherie*. Ihr Stab wird ihnen entsprechende Analysearbeiten durchführen und dabei auf vordefinierten Detailanalysen aufbauen. Die Tabelle 3 fasst die Ergebnisse je Nutzertyp zusammen.

## 6.2 Reflektion des Forschungsprozesses

Der eigentlichen Forschungsarbeit ging eine umfassende Literaturrecherche (Abschnitt 2.2) voraus, um den Erkenntnisgewinn auf eine relevante Forschungslücke auszurichten. Die empirische Untersuchung setzte am Kritikpunkt an, dass stets nur Einzelaspekte bei der situativen Gestaltung von FIS berücksichtigt werden. Das Vorgehen ist somit als anschlussfähig und relevant einzustufen.

Die Ergebnisse wurden mit einer Faktoren- und Clusteranalyse erarbeitet. (Anhang). Der Forschungsprozess erfüllt dabei die bekannten statistischen Anforderungen, dennoch lassen sich einige Aspekte kontrovers diskutieren: Erstens, wenn auch mit

anderen Untersuchungen oberster Führungskräfte vergleichbar (Abschnitt 3), ist der Stichprobenumfang mit 52 Datensätzen als klein einzustufen. Grundsätzlich hätte die Möglichkeit bestanden, die Untersuchung auszubauen. Ein signifikanter Unterschied wäre bei der geringen Verfügbarkeit der Führungskräfte aber nur mit hohem Aufwand erreichbar gewesen. Auch hätte bei größeren zeitlichen Erhebungsabständen die Vergleichbarkeit der Datensätze nicht mehr sichergestellt werden können. Die Nachfassaktion wurde daher nach drei Monaten abgeschlossen.

Zweitens, der KMO-Test mit 0,729 und die erklärte Varianz von 67,18% „nur“ als gut einzustufen. Eine Verbesserung könnte mit dem Weglassen statistischer „Ausreißer“ oder ausgewählter Fragen in die Faktorenanalyse erreicht werden. Zum einen ist dies aber ab einem gewissen Umfang schwer zu rechtfertigen. Zum anderen würde der Modellerklärungsgehalt geschwächt werden.

Drittens, lässt sich die Granularität der Fragen diskutieren. Eine höhere Anzahl hätte die Ergebnisse facettenreicher machen können. Es ist jedoch zu bedenken, dass sich dadurch die Anzahl der Faktoren und auch der Cluster erhöhen kann und das Modell schwerer verständlich und anwendbar wird. In einer ersten Untersuchung hat sich das Vier-Klassen-Modell als hinreichend, aber auch ausreichend erwiesen, um Vorstände nach ihren Anforderungen an Unternehmenssteuerungssysteme zu gruppieren.

Bei den *Gestaltungsimplicationen* (Abschnitt 6.1) wurde die Produktsicht, dabei der Aufbau von Unternehmenssteuerungssystemen detailliert, nicht die prozessuale Sicht der FIS-Gestaltung. Somit bleiben die Auswirkungen eines Einbezugs verschiedener Nutzertypen auf die Informationsbedarfsanalyse offen. Gleiches gilt für die Gestaltung ihrer wesentlichen Artefakte wie ein Corporate Dashboard oder verschiedene Detailanalysen, die Systemeinführung sowie den Betrieb von Unternehmenssteuerungssystemen [32].

## 7. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Unsere Literaturrecherche hat gezeigt, dass bisher kein mehrdimensionales Modell zur Nutzertypklassifikation vorliegt, das umfassende Implikationen für die situative Gestaltung von Führungsinformationssystemen erlaubt. Es wurden deshalb ein Zwei- und ein Vier-Cluster-Modell zur Typisierung oberster Führungskräfte entwickelt. Es basiert auf einer empirischen Untersuchung im FT „Europe 500“ Report, aus der reale Nutzertypen von Vorständen großer, internationaler Konzerne hervorgehen.

Eine wesentliche Erkenntnis im Zeitvergleich zu anderen Studien [31] war es dabei, dass zumindest nach einer Selbsteinschätzung nunmehr auch *analyseorientierte Führungskräfte* auf der obersten Ebene des Unternehmens anzutreffen sind. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Ansatzpunkte für die gestaltungsorientierte Forschung denkbar. In dieser Arbeit wurden erste Implikationen für die Nutzerschnittstelle sowie das Auswertungs- und Datenmodell von Unternehmenssteuerungssystemen skizziert. Hier setzt unser nächstes Forschungsvorhaben an. Mit verschiedenen Prototypen ist die Gestaltungsarbeit auszubauen und die Nützlichkeit dieses situativen Ansatzes zu evaluieren. Neue Erkenntnisse sind

insbesondere im Hinblick auf geeignete Prognose- und Simulationsfunktionen zu detaillieren.

Schliesslich wurde eine Untersuchung initiiert, die die identifizierten Nutzertypen mit unterschiedlichen Nutzungssituationen und Arbeitsstilen kombiniert. Erstere können Analysetätigkeiten („alone“), one-to-one-Arbeitstreffen und one-to-many-Präsentationen in einer Vorstandssitzung umfassen. Letzere stellen auf die stationäre, portable und mobile Nutzung von Unternehmenssteuerungssystemen ab. Ergebnisse werden situative Empfehlungen zu Endgeräten für Führungskräfte sein.

## 8. LITERATUR

- [1] Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. 2006. *Multivariate Analysemethoden - Eine anwendungsorientierte Einführung*. Springer, Berlin.
- [2] Barkhi, R. 2002. Cognitive Style May Mitigate the Impact of Communication Mode. *Information & Management*, 39, (2002), 677-688.
- [3] Becker, J., Delfmann, P., Knackstedt, R. 2007. Adaptive Reference Modeling: Integrating Configurative and Generic Adaptation Techniques for Information Models. In: Becker, J., Delfmann, P. (Eds.) *Reference Modeling*. 27-58. Physica, Heidelberg.
- [4] Berthel, J. 1975. *Betriebliche Informationssysteme*. Poeschel, Stuttgart.
- [5] Bley Müller, J., Gehler, G., Gülicher, H. 1989. *Statistik für Wirtschaftswissenschaftler*. Vahlen, München.
- [6] Bucher, T., Klesse, M., Kurpjuweit, S., Winter, R. 2007. Situational Method Engineering - On the Differentiation of "Context" and "Project Type". In: *Proceedings of the Situational Method Engineering - Fundamentals and Experiences* (Geneva, 12.09.2007). Springer, Berlin, 33-48.
- [7] Cattell, R.B. 1966. The Scree Test for the Number of Factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, (1966), 245-276.
- [8] Chamoni, P., Hahne, M., Gluchowski, P. 2005. *Business Information Warehouse*. Springer, Berlin.
- [9] Darke, P., Shanks, G. 1996. Stakeholder Viewpoints in Requirements Definition: A Framework for Understanding Viewpoint Development Approaches. *Requirements Engineering*, 1, 2 (1996), 88-105.
- [10] Davis, F.D. 1989. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13, 3 (1989), 318-340.
- [11] Dhaliwal, J.S., Benbasat, I. 1996. The Use and Effects of Knowledge-based System Explanations: Theoretical Foundations and a Framework for Empirical Evaluation. *Information Systems Research*, 7, 3 (1996), 343-362.
- [12] Dziuban, C.D., Shirkey, E.C. 1974. When is a Correlation Matrix Appropriate for Factor Analysis? *Psychological Bulletin*, 81, 6 (1974), 358-361.
- [13] Elam, J.J., Leidner, D.G. 1995. EIS Adoption, Use, Impact: The Executive Perspective. *Decision Support Systems*, 14, (1995), 89-103.

- [14] Fahrmeier, L., Künstler, R., Pigeot, I., Tutz, G. 2007. *Statistik*. Springer, Berlin.
- [15] Fiedler, F.E. 1964. A Contingency Model of Leadership Effectiveness. *Advances in Experimental Social Psychology*, 1, (1964), 149-190.
- [16] Financial Times, [http://www.ft.com/cms/s/0/0224b1f2-264a-11dc-8e18-000b5df10621dwp\\_uuid=95d63dfa-257b-11dc-b338-000b5df10621.html](http://www.ft.com/cms/s/0/0224b1f2-264a-11dc-8e18-000b5df10621dwp_uuid=95d63dfa-257b-11dc-b338-000b5df10621.html)
- [17] Fisher, C.W., Chengalur-Smith, I., Ballou, D.P. 2003. The Impact of Experience and Time on the Use of Data Quality Information in Decision Making. *Information System Research*, 14, 2 (2003), 170-188.
- [18] Gartner, <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=587309>
- [19] Gartner, <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=855612>
- [20] Gartner, <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1283413>
- [21] Gluchowski, P., Gabriel, R., Dittmar, C. 2008. *Management Support Systems und Business Intelligence - Computergestützte Informationssysteme für Fach- und Führungskräfte*. Springer, Berlin.
- [22] Gluchowski, P., Kemper, H.-G. 2006. Quo Vadis Business Intelligence? *BI-Spektrum*, 1, 1 (2006), 12-19.
- [23] Gregor, S., Jones, D. 2007. The Anatomy of a Design Theory. *Journal of the Association for Information Systems*, 8, 5 (2007), 312-335.
- [24] Hair Jr, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., Tatham, R.L. 2006. *Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- [25] Härdle, W., Simar, L. 2003. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Springer, Berlin.
- [26] Hevner, A.R., March, S.T., Park, J., Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28, 1 (2004), 75-105.
- [27] Huber, G.P. 1983. Cognitive Style as a Basis for MIS and DSS design: Much Ado about Nothing? *Management Science*, 29, 5 (1983), 567-579.
- [28] Kaiser, H.F. 1958. The Varimax Criterion for Analytic Rotation in Factor Analysis. *Psychometrika*, 23, 3 (1958), 187-200.
- [29] Kaiser, H.F., Dickman, K.W. 1959. Analytic Determination of Common Factors. *American Psychological Reports*, 14, (1959), 425-430.
- [30] Kelly, J.N. 1988. Executive Information Systems. *Patricia Seybold's Office Computing Report*, 11, 12 (1988), 77-83.
- [31] Kemper, H.-G. 1999. *Architektur und Gestaltung von Management-Unterstützungssystemen - Von isolierten Einzelsystemen zum integrierten Gesamtansatz*. Teubner, Wiesbaden.
- [32] Kemper, H.-G., Mehanna, W., Unger, C. 2006. *Business Intelligence - Grundlagen und praktische Anwendungen*. Friedrich Vieweg & Sohn, Wiesbaden.
- [33] Kieser, A., Kubicek, H. 1992. *Organisation*. De Gruyter, Berlin, New York.
- [34] Kotonya, G., Sommerville, I. 1998. *Requirements Engineering: Processes and Techniques*. John Wiley & Sons, New York.
- [35] Kubicek, H. 1975. *Empirische Organisationsforschung*. Poeschel, Stuttgart.
- [36] Lamberti, D., Wallace, W.A. 1987. Presenting Uncertainty in Expert Systems: An Issue in Information Portrayal. *Information & Management*, 13, (1987), 159-169.
- [37] Leité, J.C.S.P., Freeman, P.A. 1991. Requirements Validation Through Viewpoint Resolution. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 17, 12 (1991), 1253-1269.
- [38] March, S.T., Hevner, A.R. 2007. Integrated Decision Support Systems: A Data Warehousing Perspective. *Decision Support Systems*, 43, 3 (2007), 1031-1043.
- [39] March, S.T., Smith, G.F. 1995. Design and Natural Science Research on Information Technology. *Decision Support Systems*, 15, 4 (1995), 251-266.
- [40] Martinsons, M.G., Davison, R.M. 2007. Strategic Decision Making and Support Systems: Comparing American, Japanese and Chinese Management. *Decision Support Systems*, 43, (2007), 284-300.
- [41] Mayer, J.H. 1999. *Führungsinformationssysteme für die internationale Management-Holding*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [42] Millet, I., Mawhinney, C.H. 1992. Executive Information Systems: A Critical Perspective. *Information & Management*, 23, 2 (1992), 83-92.
- [43] Myers, I.B. 1976. *Introduction to Type*. Technical Report Center for Applications of Psychological Type, Gainesville.
- [44] Nord, J.H., Nord, G.D. 1995. Executive Information Systems: A Study and Comparative Analysis. *Information & Management*, 29, 2 (1995), 95-106.
- [45] Powell, P.L., Johnson, J.E.V. 1995. Gender and DSS Design: The Research Implications. *Decision Support Systems*, 14, (1995), 27-58.
- [46] Rainer, R.K., Watson, H.J. 1995. What Does It Take for Successful Executive Information Systems? *Decision Support Systems*, 14, 2 (1995), 147-156.
- [47] Rowe, A.J., Boulgarides, J.D. 1983. Decision Styles - A Perspective. *Leadership & Organizational Development Journal*, 4, 4 (1983), 3-9.
- [48] Seeley, M., Targett, D. 1999. Patterns of Senior Executives' Personal Use of Computers. *Information & Management*, 35, (1999), 315-330.
- [49] Thompson, B. 2004. *Exploratory and Confirmatory Factor Analysis: Understanding Concepts and Applications*. American Psychological Association, Washington, DC.
- [50] Tractinsky, N., Meyer, J. 1999. Chartjunk or Goldgraph? Effects of Presentation Objectives and Content Desirability on Information Presentation. *MIS Quarterly*, 23, 3 (1999), 397-420.

- [51] Venkatesh, V., Davis, F.D. 2000. A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46, 2 (2000), 186-204.
- [52] Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B., Davis, F.D. 2003. User Acceptance of Information Technology: Toward A Unified View. *MIS Quarterly*, 27, 3 (2003), 425-478.
- [53] vom Brocke, J., Buddendick, C. 2006. Reusable Conceptual Models - Requirements Based on the Design Science Research Paradigm. In: *Proceedings of the DESRIST 2006* (Claremont, 25.02.2006). 576-604.
- [54] Walls, J.G., Widmeyer, G.R., El Sawy, O.A. 1992. Building an Information System Design Theory for Vigilant EIS. *Information Systems Research*, 3, 1 (1992), 36-59.
- [55] Walstrom, K.A., Wilson, R.L. 1997. An Examination of Information Systems (EIS) Users. *Information & Management*, 32, (1997), 75-83.
- [56] Warmouth, M.T., Yen, D. 1992. A Detailed Analysis of Executive Information Systems. *International Journal of Information Management*, 12, (1992), 192-208.
- [57] Watson, H.J., Watson, R.T., Singh, S., Holmes, D.T. 1995. Development Practises of Executive Information Systems: Findings of a Field Study. *Decision Support Systems*, 14, (1995), 171-184.
- [58] Webster, J., Watson, R.T. 2002. Analyzing the Past to prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, 26, 2 (2002), 13-23.
- [59] Willcocks, L.P., Whitley, E.A., Avgerou, C. 2008. The Ranking of Top IS Journals: A Perspective from the London School of Economics. *European Journal of Information Systems*, 17, (2008), 163-168.
- [60] Witkin, H.A., Moore, C.A., Goodenough, D.R., Cox, P.W. 1977. Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Review of Educational Research*, 47, 1 (1977), 1-64.
- [61] Witte, E., Kallmann, A., Sachs, G. 1981. *Führungskräfte der Wirtschaft*. Poeschel, Stuttgart.
- [62] Wixom, B.H., Watson, H.J. 2010. The BI-Based Organization. *International Journal of Business Intelligence Research*, 1, 1 (2010), 13-28.
- [63] Young, D., Watson, H.J. 1995. Determinates of EIS Acceptance. *Information & Management*, 29, 3 (1995), 153-164.
- [64] Zmud, R.W. 1979. Individual Differences and MIS Success: A Review of the Empirical Literature. *Management Science*, 25, 10 (1979), 966-977.

## 9. ANHANG

### 9.1 Elemente des Fragebogens

- ❖ Bedeutung des objektiven Informationsbedarfs
- ❖ Bedeutung des subjektiven Informationsbedarfs

- ❖ Bedeutung von operativen Informationen
- ❖ Bedeutung von Compliance Informationen\*
- ❖ Gewünschter Aggregationsgrad
- ❖ Bedeutung der Überprüfbarkeit
- ❖ Bedeutung der Systemagilität\*
- ❖ Bedeutung der grafischen Präsentation\*
- ❖ Bedeutung der Oberflächengestaltung
- ❖ Bedeutung der Dialogführung
- ❖ Bedeutung selbstaktiver Ausnahmeberichte\*
- ❖ Bedeutung von Vergleichsfunktionen\*
- ❖ Bedeutung von Statistikfunktionen
- ❖ Bedeutung von Prognosemethoden
- ❖ Bedeutung von Simulationen
- ❖ Bedeutung von Datenaktualität
- ❖ Bedeutung von Datengenauigkeit
- ❖ Bedeutung von Zuverlässigkeit\*
- ❖ Zahlungsbereitschaft hoch/niedrig
- ❖ Hohe/geringe Bedeutung einer schnellen Umsetzung

\* Aufgrund geringer Faktorenladungen nicht berücksichtigt.

### 9.2 Eignung für die Faktorenanalyse

*Prüfung auf ausreichende Korrelation:* Der KMO-Test und der Bartlett-Test weisen im Datensatz ein akzeptables Maß an Abhängigkeiten nach (Tabelle A.1).

**Tabelle A.1: KMO- und Bartlett-Test**

Maß der Stichprobe nach Kaiser-Maier-Olkin		,729
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	260,305
	df	91
	Signifikanz	,000

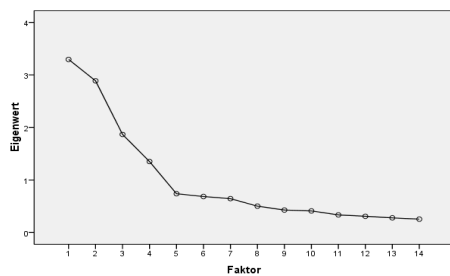
*Prüfung auf Diagonalmatrix:* Insgesamt lassen sich in der Anti-Image-Kovarianz-Matrix (Tabelle A.2) 40 Nichtdiagonalelemente mit einem Wert größer als 0,09 identifizieren (21,98%).

**Tabelle A.2: Anti-Image-Kovarianz-Matrix (Absolutwerte)**

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		,06	,02	,09	,03	,10	,14	,06	,00	,14	,02	,05	,15	,08
2	,06		,27	,01	,09	,00	,04	,00	,00	,13	,02	,02	,04	,09
3	,02	,27		,16	,01	,03	,00	,06	,01	,06	,01	,01	,07	,00
4	,09	,01	,16		,19	,07	,03	,00	,03	,01	,12	,04	,02	,06
5	,03	,09	,01	,19		,09	,06	,01	,11	,03	,01	,17	,01	,05
6	,10	,00	,03	,07	,09		,17	,06	,07	,04	,16	,02	,04	,03
7	,14	,04	,00	,03	,06	,17		,06	,01	,00	,16	,00	,07	,06
8	,06	,00	,06	,00	,01	,06	,06		,15	,14	,09	,03	,01	,07
9	,00	,00	,01	,03	,11	,07	,01	,15		,12	,03	,10	,05	,01
10	,14	,13	,06	,01	,03	,04	,00	,14	,12		,00	,05	,04	,02
11	,02	,02	,01	,12	,01	,16	,16	,09	,03	,00		,10	,04	,09
12	,05	,02	,01	,04	,17	,02	,00	,03	,10	,05	,10		,01	,03
13	,15	,04	,07	,02	,01	,04	,07	,01	,05	,04	,04	,01		,15
14	,08	,09	,00	,06	,05	,03	,06	,07	,01	,02	,09	,03	,15	

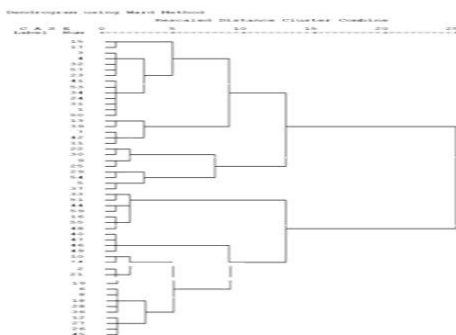
### 9.3 Bestimmung der Faktorenanzahl

Nach dem Ellenbogenkriterium liegt eine Faktorenanzahl kleiner fünf nahe (Abbildung A.1). Die maximal erklärte Gesamtvarianz von 67,18% wird dabei mit vier Faktoren erklärt.



**Abbildung A.1: Screenplot**

### 9.4 Dendrogramm



**Abbildung A.2: Dendrogramm**



# SODA@Med – Ein Framework zur serviceorientierten Integration medizinischer Geräte in Krankenhausinformationssysteme

Christian Mauro  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
Technische Universität München  
Boltzmannstr. 3  
85748 Garching, Germany  
mauro@in.tum.de

Jan Marco Leimeister  
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik  
Universität Kassel  
Nora-Platiel-Str. 4  
34127 Kassel, Germany  
leimeister@uni-kassel.de

Helmut Krcmar  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
Technische Universität München  
Boltzmannstr. 3  
85748 Garching, Germany  
krcmar@in.tum.de

## ABSTRACT

In diesem Beitrag wird ein serviceorientiertes Framework (SODA@Med) vorgestellt, das eine einfachere und bessere Integration medizinischer Geräte in Krankenhausinformationssysteme ermöglichen soll, um informationslogistische Defizite im Krankenhaus zu reduzieren. Das Framework wurde auf Basis von aus der Literatur und Fallstudien erhobenen Anforderungen entwickelt. Es verwendet einen Pattern-basierten Ansatz, der es erlaubt, existierende SOA Design Patterns und Best Practices zu integrieren. SODA@Med besteht aus einem konzeptuellen Design sowie einer zugehörigen prototypischen Implementierung. Das Design beinhaltet a) ein Architekturmodell, das die grundlegende Integrationsstrategie festlegt, b) ein Schichtenmodell, das die Kommunikationswege definiert sowie c) ein Modulmodell, das die logischen Einheiten des Frameworks beschreibt. Die Umsetzbarkeit des Designs sowie die Funktionsfähigkeit des Frameworks konnten durch dessen prototypische Implementierung sowie Labortests belegt werden. Zudem erfolgte eine positive Reflexion der Anforderungen anhand einer kriterienbasierten Evaluation.

## Keywords

Service Oriented Device Architecture, SODA, Serviceorientierte Architekturen, SOA, Framework, medizinische Geräte, Integration, Krankenhausinformationssystem.

## 1. EINLEITUNG

Die IT-Landschaft in Krankenhäusern ist geprägt durch informationslogistische Defizite, bedingt durch die fehlende Integration aller an den administrativen und medizinischen Prozessen beteiligten Informationssystemen [25]. Dem entgegen steht die Vision des „Seamless Healthcare“, bei der vertikal und horizontal durchgängige Prozesse, Daten und Informationstechnologien es ermöglichen, dass jeder Akteur die richtige Information, zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort in der richtigen Qualität und Quantität erhält [22]. Eine wesentliche Hürde zur Realisierung dieser Vision ist die Integration medizinischer Geräte, die aber Teil sehr vieler klinischer Behandlungsprozesse sind und deren Daten meist nicht in die zentralen Krankenhausinformationssysteme übergeben werden. Diese Integration wird u.a. durch eine Vielzahl verschiedener proprietärer Schnittstellen der Medizingeräte erschwert [12]. Im Gegensatz zu anderen Aspekten (wie bspw. Usability oder Qualitätssicherung) ist Interoperabilität keine vom Gesetzgeber geforderte Eigenschaft medizinischer Geräte [12].

Ein aktueller Trend im Bereich der Softwaresysteme im Gesundheitswesen ist der Einsatz serviceorientierter Architekturen (SOA) als Ansatz zur Begegnung der gewachsenen heterogenen IT-Strukturen (siehe bspw. [6, 19, 23]). Ein noch junges Forschungsgebiet versucht diesen Ansatz für die Integration medizinischer Geräte zu adaptieren. Das grundlegende Konzept, Geräte als Services zu kapseln, ist in der Literatur auch unter der Bezeichnung SODA (Service Oriented Device Architecture) bekannt [7].

Wie anhand einer vorhergehenden Literaturanalyse gezeigt werden konnte, erzielten erste prototypische Umsetzungen vielversprechende Ergebnisse hinsichtlich der generellen Eignung sowie der Vorteilhaftigkeit von SODA [17]. Es konnte jedoch auch belegt werden, dass viele Fragestellungen bisher nur ungenügend adressiert wurden. Insbesondere mangelt es an einer nachvollziehbaren Erhebung von Anforderungen an ein serviceorientiertes Integrationskonzept für medizinische Geräte. Auch konnte kein verallgemeinertes Integrationskonzept gefunden werden, das die Charakteristika medizinischer Geräte berücksichtigt. Die wenigen bisher veröffentlichten Arbeiten beschränken sich auf prototypische Umsetzungen von sehr spezifischen Anwendungsfällen ohne eine Verallgemeinerung der Ergebnisse zu diskutieren [17].

Ziel des Beitrags ist die Entwicklung eines serviceorientierten Frameworks (SODA@Med), mit dessen Hilfe die Integration medizinischer Geräte einfacher und besser möglich sein soll, als mit bisherigen Ansätzen. Der grundlegende Forschungsprozess sieht in Anlehnung an Becker [2] Phasen der Analyse (State of the Art Analyse, Identifizierung der Forschungslücken), des Entwurfs (Anforderungserhebung, Entwurf des Framework Designs, prototypische Implementierung), der Evaluation sowie der Diffusion (in Form von Publikationen und Vorträgen) vor (Abbildung 1). Der Aufbau des Beitrags lehnt sich an diesen Forschungsprozess an. Die State of the Art Analyse sowie die Anforderungserhebung wurden bereits in gesonderten Beiträgen publiziert [13-18]. Die Abschnitte 1 und 2 fassen hierzu die wesentlichen Ergebnisse zusammen. Der Fokus dieses Beitrags liegt auf der Entwicklung des Framework-Designs (Abschnitt 3) sowie der zugehörigen prototypischen Implementierung (Abschnitt 4). Labortests sowie eine kriterienbasierte Evaluation in Abschnitt 5 weisen die Funktionsfähigkeit des Frameworks sowie die Erfüllung der Anforderungen nach. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung sowie einem Ausblick (Abschnitt 6).

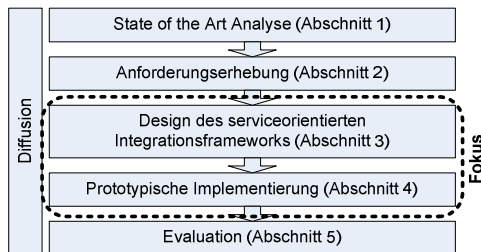


Abbildung 1: Forschungsprozess und Fokus des Beitrags

## 2. ANFORDERUNGSERHEBUNG

Das Vorgehen zur Erhebung der Anforderungen an das SODA@Med Framework basiert auf der Beobachtung, dass medizinische Geräte, aufgrund der folgenden gemeinsamen Charakteristika, hinsichtlich ihrer Integration als Legacy Systeme betrachtet werden können (vgl. [3, 4]):

- Beschränkte Ressourcen verhindern die Ausführung moderner Kommunikationsframeworks
- Proprietäre Schnittstellen erschweren die Integration mit anderen Systemen
- Die schwierige (und oft unmögliche) Erweiterbarkeit / Änderbarkeit erlaubt keine Modifizierung der unzureichenden Schnittstellen

Für die Integration von Legacy Systemen existieren eine Reihe bewährter Produkte und Konzepte, die sich ebenfalls serviceorientierter Methoden bedienen (vgl. bspw. [24]). Aufgrund der gemeinsamen Charakteristika erscheint es daher schlüssig, diese Konzepte auch auf das Anwendungsfeld der Integration medizinischer Geräte anzuwenden. Jedoch ist zu vermuten, dass medizinische Geräte zusätzliche Eigenschaften aufweisen, die eine Integration erschweren. Diese könnten sich bspw. aus der Mobilität der Geräte ergeben. Aus diesem Grund sieht das Vorgehen zur Anforderungserhebung die Analyse der für medizinische Geräte spezifischen Integrationshürden vor. Aus diesen lassen sich Anforderungen für das SODA@Med Framework ableiten. Damit kann das Framework einerseits etablierten Konzepten basieren und muss andererseits die

spezifischen Herausforderungen im Kontext medizinischer Geräte berücksichtigen. Die Erhebung der Anforderungen erfolgte zum einen argumentativ und basierend auf Literatur, zum anderen wurden drei Fallstudien an zwei Universitätsklinika durchgeführt (Abbildung 2).

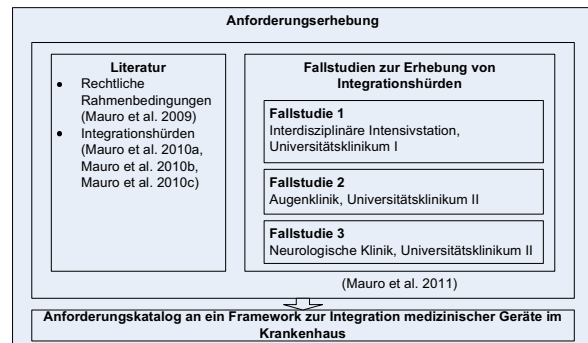


Abbildung 2: Vorgehen zur Anforderungserhebung

Aus den Analysen lässt sich die in Tabelle 1 dargestellte konsolidierte Liste mit neun Anforderungen ableiten, die das Framework erfüllen muss.

Tabelle 1: Anforderungen an ein Framework zur Integration medizinischer Geräte (in Anlehnung an [13-16, 18])

Nr.	Beschreibung der Anforderung
1	Medizinische Geräte müssen mit verschiedensten Systemen gleichzeitig integriert werden können.
2	Medizinische Daten müssen korrekt dem jeweiligen Patienten zugeordnet werden.
3	Medizinische Geräte müssen dynamisch erkannt sowie mit deren unterschiedlichen (meist proprietären) Schnittstellen kommuniziert werden können.
4	Unterschiedlichste Hardware-Schnittstellen müssen unterstützt werden, bspw. serielle Schnittstellen oder Netzwerkschnittstellen.
5	Ein Einsatz des Frameworks darf keine nicht hinnehmbaren Risiken im Sinne der IEC 80001 Norm erzeugen.
6	Die von den Herstellern angegebenen Zweckbestimmungen der Geräteschnittstellen müssen berücksichtigt werden.
7	Streaming muss unterstützt werden.
8	Eine ereignisbasierte Übertragung von Daten muss unterstützt werden.
9	Das Übertragen großer Datenmengen (mehrere hundert Megabyte) muss unterstützt werden.

Anforderung 1 ergab sich aus der Beobachtung, dass die von den medizinischen Geräten erzeugten Daten für unterschiedlichste Systeme genutzt werden können, bspw. für Systeme zur medizinischen Dokumentation, Fakturierung oder mobilen Visite. Anforderung 2 ist wesentlich, um falsche Behandlungsentscheidungen aufgrund einer fehlerhaften Datenzuordnung zu vermeiden. Dieser Aspekt war insbesondere auch in der Literatur zu finden (bspw. [27]). Die Anforderungen 3 und 4 ergaben sich zum einen aus einer Analyse der Hard- und Softwareschnittstellen aller Geräte im Rahmen der durchgeführten

Fallstudien. Hierbei konnte festgestellt werden, dass eine überwiegende Anzahl der Schnittstellen proprietär und teils sehr komplex ist. Zum anderen konnte beobachtet werden, dass medizinische Geräte oft dynamisch ausgetauscht werden, bspw. im Falle einer Fehlfunktion oder zu Wartungszwecken. Auch können Geräte jederzeit ein- oder ausgeschaltet werden. Ein Integrationskonzept muss mit einem solchen dynamischen Verhalten umgehen können. Die Anforderungen 5 und 6 ergaben sich direkt aus den gesetzlichen Rahmenbedingungen (vgl. [16]). Die Anforderungen 7 bis 9 wurden im Rahmen der Fallstudien aus einer Analyse der von den Geräten übertragenen Daten abgeleitet.

### 3. KONZEPTUELLES FRAMEWORK DESIGN

Im Bereich der serviceorientierten Konzepte existieren – auch im Kontext der Integration von Legacy Systemen – umfangreiche Erfahrungen in Wissenschaft und Praxis, welche sich in Best Practices bzw. SOA Design Patterns manifestiert haben. Aus diesem Grund verfolgen wir zur Erstellung des Lösungsdesigns einen Pattern-orientierten Ansatz, der es (ganz im Sinne des Design Science [11]) erlaubt, die existierende Wissensbasis in das Framework zu integrieren. Dieser Ansatz besteht aus vier Schritten (Abbildung 3). Im ersten Schritt wurden die zuvor erhobenen Anforderungen konkretisiert. Anschließend wurden im zweiten Schritt existierende SOA Design Patterns identifiziert, die zur Erfüllung der erhobenen Anforderungen beitragen können [14]. Für Anforderungen, die nicht mit existierenden Patterns umgesetzt werden konnten, wurden im dritten Schritt neue Patterns entwickelt [14, 15, 18].

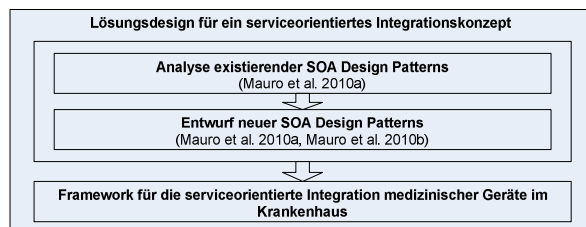


Abbildung 3: Vorgehen zur Entwicklung des Lösungsdesigns

Das konzeptuelle Design des SODA@Med Frameworks basiert auf dem SODA Basiskonzept (Abschnitt 3.1) und beinhaltet ein Architekturmodell (Abschnitt 3.2), ein Schichtenmodell (Abschnitt 3.3) sowie ein Modulmodell (Abschnitt 3.4), welche aufeinander aufbauen (Abbildung 4). Die zuvor identifizierten Patterns fließen in das Design der jeweiligen Modelle ein und werden im Zuge der Implementierung (Abschnitt 4) technisch umgesetzt. Im Rahmen der Beschreibung der einzelnen Modelle wird gezeigt, an welchen konkreten Stellen die Patterns Anwendung finden.

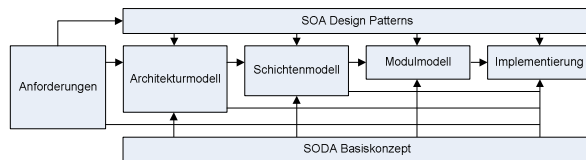


Abbildung 4: Einflussfaktoren bei der Modellentwicklung

### 3.1 SODA Basiskonzept

Das Basiskonzept für eine serviceorientierte Integration von Legacy Systemen besteht – übertragen auf Geräte (SODA) – aus einer Menge von Servicekonsumenten, einem Geräteservice, einem Gerät sowie einer Service Registry mittels derer die Services publiziert und gefunden werden können (Abbildung 5) [7]. Als Geräteservice bezeichnen wir in diesem Kontext einen Service, der die Funktionalitäten eines Geräts (genauer gesagt seiner Schnittstelle) als Service kapselt. Ein Geräteservice beinhaltet einen Servicevertrag, eine Serviceimplementierung, die den Servicevertrag umsetzt, sowie einen Adapter, der die Kommunikation mit der proprietären Geräteschnittstelle realisiert [18]. Ein Servicevertrag beinhaltet im Wesentlichen eine Beschreibung der Serviceschnittstelle, kann jedoch zusätzliche Elemente, wie bspw. Service Level Agreements, umfassen [9].

Prinzipiell ist die Kapselung eines medizinischen Geräts als Service auf Basis des eben beschriebenen Konzepts realisierbar. Dies konnte durch technische Labortests nachgewiesen werden. Hierzu wurde ein Geräteservice sowie ein Adapter für einen spezifischen Patientenmonitor implementiert, zur Ausführung gebracht und an eine Service Registry publiziert. Anschließend konnte der Geräteservice gefunden und über diesen auf die vom Patientenmonitor angebotenen Daten zugegriffen werden.

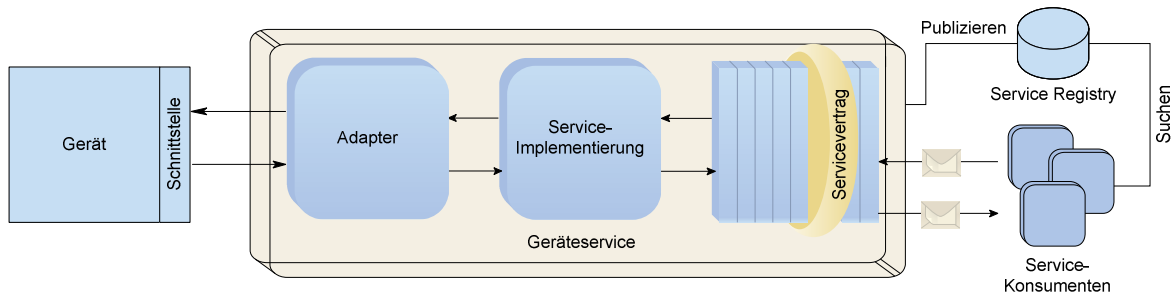
Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass einige der Anforderungen nicht erfüllt werden können. Bspw. ist das dynamische Erkennen und Nutzen verschiedener Geräte mit dem Basiskonzept nicht abbildbar. Ziel ist daher die Adaption des allgemeinen domänenunabhängigen SODA Basiskonzepts für die Integration medizinischer Geräte (SODA@Med).

### 3.2 Architekturmodell

Dem SODA@Med Framework liegen Überlegungen hinsichtlich der Gesamtarchitektur zugrunde, die bei einem Einsatz im Krankenhaus angestrebt wird. Eine wesentliche Entscheidung ist hinsichtlich der Publizierung der Geräteservices zu treffen. Hierfür stehen zwei verschiedene SOA Design Patterns zur Auswahl [15]. Das Auto-Publishing Pattern sieht vor, dass ein Service sich beim Aktivieren automatisch selbst bei der Service Registry publiziert bzw. den entsprechenden Eintrag beim Deaktivieren wieder entfernt. Das Decentralized Service Discovery Pattern kommt hingegen ohne Service Registry aus. Das Publizieren und Suchen von Services erfolgt durch das Versenden von Multicast-Nachrichten. Eine Einschränkung hierbei ist, dass Services nur im lokalen Netzwerk auffindbar sind, da Multicast-Nachrichten üblicherweise nicht geroutet werden [26]<sup>1</sup>. Wir argumentieren, dass der Einsatz des zweiten Lösungsansatzes (des Decentralized Service Discovery Patterns) im Krankenhausumfeld aus folgenden Gründen zweckmäßig ist:

1. Ein Single Point of Failure in Form einer zentralen Service Registry wird vermieden.
2. Das direkte Aufrufen von Geräteservices von außerhalb des lokalen Netzwerkes ist nicht zweckmäßig und

<sup>1</sup> Konkrete Technologien wie WS-Discovery ermöglichen eine Netzwerk-übergreifende Suche durch Verwendung von Discovery Proxies [2]. Diese Proxies entsprechen ihrem Wesen nach aber Service Registries und werden daher im Kontext des Decentralized Service Discovery Patterns nicht berücksichtigt.



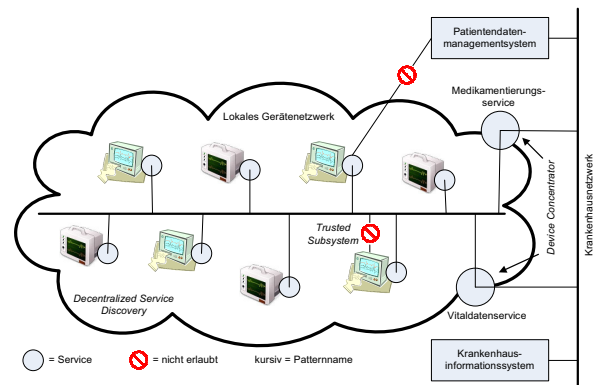
zudem rechtlich bedenklich. Daher ist das Publizieren der Services über die Netzwerkgrenze hinaus nicht notwendig.

Hinsichtlich des ersten Grundes stützen wir uns auf Überlegungen von Pöhlse, der in seiner Arbeit ein Discovery-Konzept für SODA vorstellt [21]. Er argumentiert, dass dezentrale Mechanismen auch bei einem partiellen Netzwerkausfall funktionsfähig bleiben. Zudem bestehe nicht das Risiko des Ausfalls einer zentralen Komponente.

Hinsichtlich des zweiten Grundes weichen wir von den Überlegungen von Pöhlens ab, dessen Konzept eine netzwerkübergreifende Suche nach Geräteservices unter Verwendung von Discovery Proxies vorsieht. Zwar stimmen wir zu, dass auch Servicekonsumenten außerhalb des lokalen Netzwerks Interesse an den von den Geräten produzierten Daten haben können, jedoch sieht das Architekturmodell in diesem Fall keinen direkten Zugriff auf Geräteservices vor. Wir begründen dies mit zwei Argumenten. Zum einen erscheint der direkte Zugriff auf einzelne Geräteservices meist nicht zweckmäßig. Als Beispiel sei ein Servicekonsument genannt, der regelmäßig die Vitaldaten eines Patienten abrufen möchte. Hierzu müssten die dafür nötigen Geräteservices nicht nur einmalig gefunden, sondern deren Status ständig überwacht werden, da Geräte jederzeit an- oder ausgeschaltet werden können und somit neue relevante Geräteservices hinzukommen bzw. nicht mehr verfügbare Geräteservices wegfallen könnten. Die Implementierung auf Seiten der Servicekonsumenten wäre entsprechend aufwändig und redundant. Das zweite Argument erscheint noch gewichtiger. Gerätenetzwerke im Krankenhaus sind aus rechtlichen Gründen üblicherweise von der restlichen IT logisch getrennt [27]. Der direkte Zugriff auf einen Geräteservice von außerhalb des lokalen Netzwerkes würde dieses Prinzip verletzen.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich das in Abbildung 6 dargestellte Architekturmodell. Innerhalb eines lokalen Gerätnetzwerkes mit einer dynamischen Anzahl an Geräteservices erfolgt das Publizieren und Suchen von Services unter Anwendung des Decentralized Service Discovery Patterns. Darüber hinaus findet das Device Concentrator Pattern Anwendung. Dieses Pattern sieht das Hinzufügen einer Abstraktionsschicht zwischen mehreren Geräteservices und Servicekonsumenten vor [14]. Hierzu werden am Rand des Gerätnetzwerkes anwendungsspezifische Services platziert, bspw. zum Abruf der Vitaldaten eines Patienten. In Anlehnung an das angewandte Pattern nennen wir solche Services auch Gerätekonzentratoren. Diese haben zum einen Zugriff auf die

lokalen Geräteservices, sind aber zum anderen von außen aufrufbar und bieten den Servicekonsumenten eine einfache Schnittstelle zu den von den Geräten erzeugten Daten. Als positiver Nebeneffekt wird die Verwaltung der Zugriffsrechte vereinfacht, da diese nicht auf der Ebene einzelner Geräteservices sondern auf der Ebene fachlicher Services (bspw. einem Vitaldatenservice) erfolgen kann. Dies erlaubt den Einsatz bewährter SOA Sicherheitskonzepte (bspw. die Sicherheitspatterns in [8]). Um unerwünschte Nebeneffekte durch unkontrollierte parallele Zugriffe auf die Geräte zu vermeiden, wird zudem das Trusted Subsystem Pattern [8] umgesetzt. Es empfiehlt, mittels geeigneter technischer Maßnahmen, einen direkten Zugriff auf das Gerät nur dem Geräteservice zu gestatten. Im einfachsten Fall kann dies bspw. ein Passwortschutz sein, wobei nur der Geräteservice das Passwort kennt.



### Abbildung 6: Architekturmodell

### 3.3 Schichtenmodell

Aus den bisherigen Überlegungen lassen sich direkt die notwendigen Schichten des SODA@Med Frameworks ableiten (Abbildung 7). Ausgehend von den Geräten ergibt sich aus Anforderung 4 die Notwendigkeit einer Schicht, die die verschiedenen Hardware-Schnittstellen abstrahiert (Connector Layer). Die Adapter-Schicht wurde aus dem SODA Basiskonzept übernommen, um eine Kommunikation mit den proprietären Geräteschnittstellen zu ermöglichen. Zur Umsetzung von Anforderung 3 findet das Dynamical Adapter Pattern Anwendung. Dieses erfordert eine Schicht, die zur Laufzeit verschiedene Geräte erkennen sowie passende Adapter auswählen und anwenden kann [14]. Die Geräteservices-Schicht beinhaltet analog zum SODA Basiskonzept die Services für die

verschiedenen Gerätetypen<sup>2</sup>. Zur Umsetzung von Anforderung 2 wird ein neues Pattern vorgeschlagen, das Data Enrichment Pattern. Dieses Pattern sieht eine Schicht zwischen den Geräteservices und den Servicekonsumenten vor, um vom Service ausgehende Daten anhand bestimmter Kriterien anzureichern. Im konkreten Fall medizinischer Geräte wird das Pattern genutzt, um bei Bedarf eine fehlende Patienten-Id in einem vom Geräteservice zurückgegebenen Datensatz zu ergänzen. Gerätekonzentratoren greifen auf Geräteservices zu und sind damit eine spezielle Art von Servicekonsumenten und liegen daher außerhalb des Frameworks. Da diese jedoch ein wesentlicher Bestandteil des Architekturmodells sind, stellt das Framework Funktionalitäten bereit, um die Entwicklung von Gerätekonzentratoren zu erleichtern (s. Abschnitt 4.3).

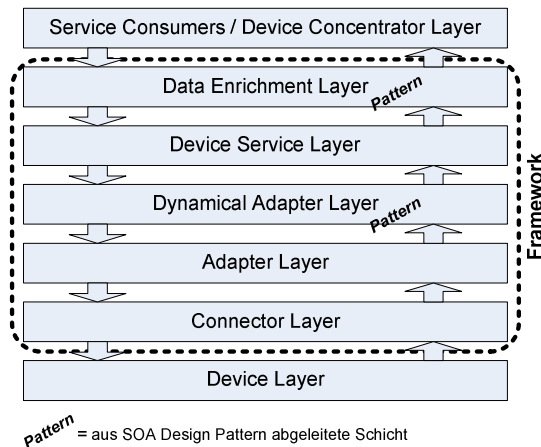


Abbildung 7: Schichtenmodell des SODA@Med Frameworks

### 3.4 Modulmodell

Ausgehend von den bisherigen Ergebnissen wurde das SODA@Med Framework in ein Kernmodul sowie vier erweiterbare Module unterteilt (Abbildung 8). Der Core Container stellt grundlegende Funktionalitäten, Datenmodelle sowie Möglichkeiten zur Konfiguration bereit. Eine weitere wichtige Komponente (Deployment) ermöglicht das dynamische Installieren und Deinstallieren von Geräteservices. Dies ist notwendig, da die Existenzberechtigung für Geräteservices direkt von der Verfügbarkeit der jeweiligen Geräte abhängt. Zur Umsetzung wird ein neues Pattern vorgeschlagen, das Auto-Deploy Pattern. Dieses Pattern sieht vor, dass eine außerhalb des Services liegende Komponente (bei SODA@Med der dynamische Adapter) die Verfügbarkeit der zur Ausführung des Services benötigten Ressourcen (bei SODA@Med das medizinische Gerät) überwacht und den Service davon abhängig entsprechend automatisiert installiert bzw. deinstalliert.

Die Konnektoren-Schicht wird in Form von Plugins für verschiedene Hardware-Schnittstellen realisiert. Plugins für eine

serielle, parallele und TCP/IP-Kommunikation sind im Framework bereits enthalten, weitere können bei Bedarf hinzugefügt werden.

Die Adapterschicht wird umgesetzt, indem für jedes Gerätemodell, das vom Framework erkannt werden soll, ein entsprechender Adapter bereitgestellt wird. Im Rahmen technischer Labortests (vgl. Abschnitt 5.1) wurden Adapter für B. Braun Space® Infusions- und Spritzenpumpen sowie Dräger Infinity® Delta Patientenmonitore umgesetzt. Ein Adapter für Dräger Beatmungsgeräte, die das MEDIBUS-Protokoll verwenden, ist in Planung.

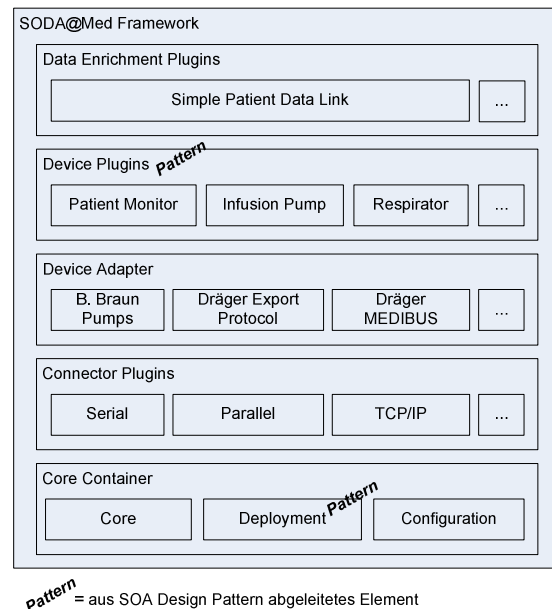


Abbildung 8: Module des SODA@Med Frameworks

Die Schichten der dynamischen Adapter und der Geräteservices werden zusammengefasst. Für jeden Gerätetyp wird ein Plugin benötigt, das einen Geräteservice sowie einen dynamischen Adapter enthält. Zudem definiert das Plugin, wie ein Adapter für diesen Gerätetyp gestaltet sein muss, um mit dem dynamischen Adapter verwendet werden zu können. Wichtig ist die Tatsache, dass es genau ein Geräte-Plugin pro *Gerätetyp* gibt und genau einen Adapter pro *Gerätemodell*, wobei mehrere Gerätemodelle zu einem Gerätetyp gehören können. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass es genau einen Servicevertrag pro Gerätetyp gibt, der unabhängig vom eingesetzten Gerätemodell immer gleich ist. Dies entspricht einer Umsetzung des Legacy Wrapper Patterns [8]. Dieses Pattern empfiehlt, proprietäre Aspekte des Legacy Systems (wie proprietäre Datenmodelle oder systemspezifische Fehlermeldungen) nicht in den Servicevertrag zu integrieren. Stattdessen sollte der Servicevertrag unternehmensweiten / bereichsweiten Standards (hinsichtlich Datenmodell, etc.) entsprechen [8]. Im SODA@Med Framework wird dieses Pattern umgesetzt, indem Geräteservices herstellerunabhängig definiert werden. Sie werden entsprechend nicht für ein Gerätemodell sondern für einen Gerätetyp konzipiert. Auf diese Weise werden Servicekonsumenten von den Geräten entkoppelt und kommen mit den proprietären Geräteschnittstellen nicht in Berührung. Für die Labortests wurden Plugins für Patientenmonitore und

<sup>2</sup> Wir unterscheiden die Begriffe Gerätetyp und Gerätemodell. Ein Gerätetyp ist bspw. der Patientenmonitor. Ein Gerätemodell ist eine konkrete Ausprägung eines Gerätetyps, also bspw. ein Patientenmonitor eines bestimmten Herstellers, aus einer bestimmten Modellreihe in einer bestimmten Version.

Infusions-/Spritzenpumpen entwickelt. Ein Plugin für Beatmungsgeräte ist in Planung.

Auch für die Umsetzung der Schicht zur Datenanreicherung können Plugins bereitgestellt werden. Für die Labortests wurde ein Plugin (Simple Patient Data Link) entwickelt, welches prüft, ob der vom Geräteservice zurückgegebene Datensatz eine Patienten-Id enthält. Falls nicht, versucht es, den Datensatz einem Patienten zuzuordnen und die Patienten-Id zu setzen. Ist dies nicht erfolgreich, wird vom Geräteservice statt des Datensatzes eine entsprechende Fehlermeldung zurückgegeben.

## 4. PROTOTYPISCHE IMPLEMENTIERUNG

Nachdem in Abschnitt 3 das konzeptuelle Design des Frameworks gezeigt wurde, wird in Abschnitt 4 die technische Umsetzung erläutert. Hierzu wird die Auswahl der verwendeten Technologien, die Klassenstruktur sowie die konkrete Realisierung der einzelnen Module und Patterns vorgestellt.

### 4.1 Technologieauswahl

Zur technischen Umsetzung des theoretischen Konzepts sind geeignete Technologien und Standards für folgende Aspekte zu wählen:

- Programmiersprache
- Ablaufplattform
- Realisierung der Geräteservices

Das Design des Frameworks ist grundsätzlich mit allen modernen Programmiersprachen realisierbar und ließe sich für eine Vielzahl an Ablaufplattformen anpassen. Da die Implementierung dem Zweck dient, die Güte des Framework Designs zu bewerten, und diese nicht für den produktiven Einsatz im Krankenhaus gedacht ist, wurden als Auswahlkriterien die kostenlose Verfügbarkeit, die Offenheit des Quellcodes für evtl. nötige Anpassungen sowie existierendes eigenes Know-How herangezogen. Als Folge wurde das Framework in der Programmiersprache Java umgesetzt, als Ablaufplattform wurde der Tomcat<sup>3</sup> Anwendungsserver gewählt.

Die Wahl der Technologie für die Realisierung der Geräteservices ist hingegen fundamental und ungleich komplexer als die Wahl der Programmiersprache oder der Ablaufplattform, da die Erfüllung einer Reihe von Anforderungen direkt davon abhängig ist. Grundsätzlich sind verschiedenste Technologien geeignet, um Services zu realisieren. Die wichtigsten sind OSGi, HAVi (Home Audio Video Interoperability), Jini, UPnP (Universal Plug and Play), Web Services und DPWS (Devices Profile for Web Services) [17]. Im Kontext von Geräteservices sind jedoch spezifische Anforderungen zu berücksichtigen. Bohn et al. definieren eine Reihe von Anforderungen an eine Technologie, die eine Realisierung von Services auf Geräten ermöglicht. Diese Anforderungen lassen sich auf Technologien übertragen, die Services für Geräte umsetzen; die Wichtigsten sind [5]:

- Unterstützung von Plug&Play-Mechanismen (ableitbar aus Anforderung 3)
- Programmiersprachenunabhängigkeit (ableitbar aus Anforderung 1)

- Unabhängigkeit vom Netzwerkmedium (ableitbar aus Anforderung 4)
- Hohe Skalierbarkeit (ableitbar aus Anforderung 9)
- Bereitstellung von Sicherheitsmechanismen (ableitbar aus Anforderung 5)

Wie Bohn et al. zeigen, deckt nur DPWS alle Anforderungen ab. Dies überrascht nicht, da DPWS speziell für die Ausführung von Services auf Geräten konzipiert wurde [5]. Im Kontext medizinischer Geräte lassen sich jedoch zwei weitere Anforderungen ableiten:

- Unterstützung von Streaming (ableitbar aus Anforderung 7)
- Unterstützung ereignisbasierter Kommunikation (ableitbar aus Anforderung 8)

Die Unterstützung einer ereignisbasierten Kommunikation ist zwar von DPWS explizit in Form von WS-Eventing vorgesehen, ein universeller Streaming-Mechanismus ist jedoch nicht enthalten [20]. Dennoch erfüllt DPWS die Anforderungen im Vergleich zu den alternativen Technologien am besten. Ein wesentlicher Vorteil ist zudem, dass DPWS den Standard WS-Discovery referenziert, der das Decentralized Service Discovery Pattern auf Basis von Webservice Technologien realisiert [1, 20]. Für die technische Umsetzung von Geräteservices auf Basis von DPWS wird Axis2<sup>4</sup> in Verbindung mit dem Axis2 Toolkit<sup>5</sup> genutzt. Axis2 ist eine Plattform zur Ausführung von Webservices, die innerhalb des Tomcat Anwendungsservers installiert werden kann. Das Axis2 Toolkit macht Axis2 Webservices „DPWS-fähig“. Die Services verhalten sich also konform zum DPWS Standard. Um die neueste DPWS Version zu unterstützen, wurde das Axis2 Toolkit, welches auf dem DPWS Standard in der Version von 2006 basiert, auf die aktuelle DPWS Version von 2009 angepasst.

### 4.2 Klassenstruktur

Das in Abbildung 9 dargestellte Klassendiagramm ist direkt aus dem Schichtenmodell sowie der Modulstruktur abgeleitet worden. Aus Platzgründen sind nur die zentralen Klassen dargestellt, auf die Angabe der einzelnen Methoden und Felder wurde ebenso verzichtet. Der Grafik ist zudem die Verteilung der Klassen auf die in Abschnitt 3.4 definierten Module zu entnehmen. Die Erweiterungspunkte des Frameworks sind durch Klassen mit der Bezeichnung „...“ angedeutet. Durch Implementierung entsprechender Erweiterungen lässt sich das Framework auf das jeweilige Einsatzgebiet anpassen. Beispielsweise könnten neue Gerätetypen, Gerätemodelle oder auch andere Mechanismen zum Zuweisen der Patienten-Id zu einem Datensatz hinzugefügt werden. In den folgenden Abschnitten wird auf die einzelnen Klassen Bezug genommen.

### 4.3 Core Container

Das wichtigste Element im Core Container Modul ist die abstrakte Klasse „DynamicalAdapter“, die das Dynamical Adapter Pattern umsetzt (vgl. Abschnitt 3.3). Dazu enthält die Klasse eine Funktionalität, die bei Ausführung alle ihr bekannten Adapter

<sup>3</sup> <http://tomcat.apache.org>

<sup>4</sup> <http://ws.apache.org/axis2>

<sup>5</sup> [http://ws4d.e-technik.uni-rostock.de/?page\\_id=15](http://ws4d.e-technik.uni-rostock.de/?page_id=15)

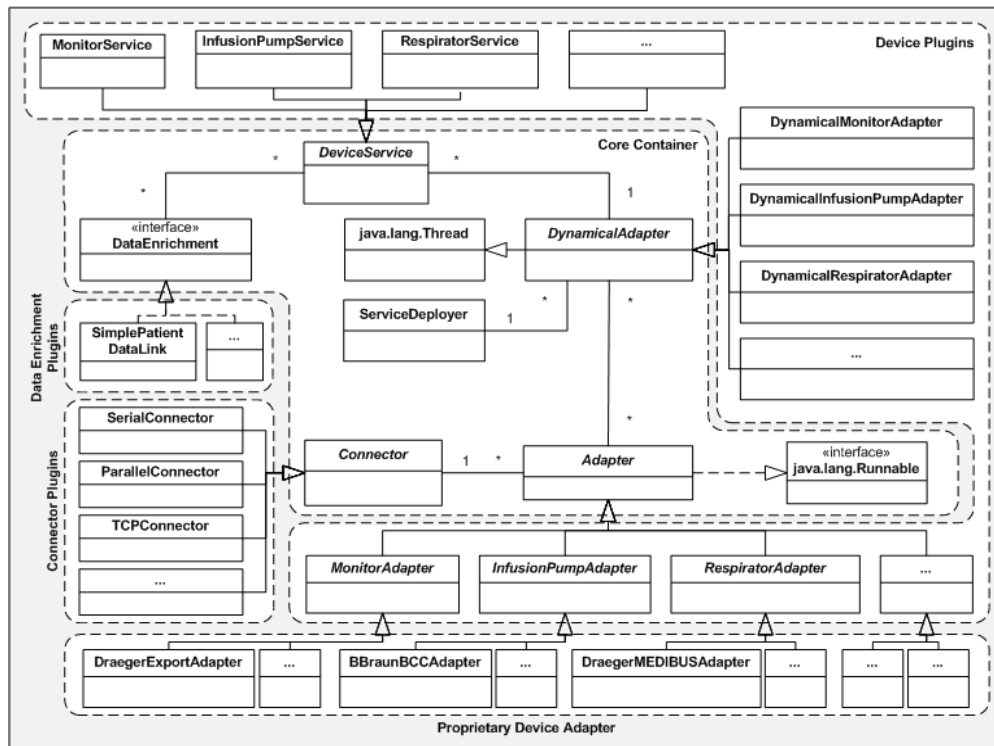


Abbildung 9: Klassenstruktur des SODA@Med Frameworks

testet. Wird ein passender Adapter gefunden, kann die Kommunikation mit dem Gerät begonnen werden. Falls kein Gerät oder kein passender Adapter identifiziert werden konnte, beginnt der DynamicalAdapter erneut mit der Suche nach einem passenden Adapter (Abbildung 10).

Darüber hinaus trägt diese Klasse in Verbindung mit der Klasse „ServiceDeployer“ zur Umsetzung des Auto-Deploy Patterns bei (vgl. Abschnitt 3.4). Im Framework erfolgt das Installieren des Geräteservices, sobald der DynamicalAdapter bereit zur

Kommunikation mit dem Gerät ist (Abbildung 10). Beim Auftreten von Kommunikationsfehlern wird der Service automatisch wieder deinstalliert. Das Installieren und Deinstallieren erfolgt unter Verwendung der Klasse ServiceDeployer. Diese packt alle für den Service benötigten Elemente in ein Servicearchiv und übergibt dieses der Axis2-Laufzeitumgebung. Zum Entfernen eines Services löscht die Klasse das entsprechende Servicearchiv, worauf Axis2 den Service automatisch deinstalliert.

Ebenfalls im Core Container angesiedelt sind Hilfsklassen für die Entwicklung von Gerätekonzentratoren. DPWS Services senden sog. Hello- und Bye-Nachrichten sobald sie mit einem Netzwerk verbunden sind bzw. es verlassen. Zudem lässt sich durch das Senden von sog. Probe-, Resolve- und GetMetadata-Nachrichten nach spezifischen DPWS Services suchen sowie deren Metadaten abfragen [1, 20]. SODA@Med enthält Klassen zum Senden und Interpretieren solcher Nachrichten. Diese Funktionalitäten werden von jedem Gerätekonzentrator benötigt.

#### 4.4 Connector Plugins

Konnektoren müssen von der abstrakten Klasse „Connector“ ableiten und somit den Adaptern je einen Stream zum Senden und Empfangen von Daten bereitstellen. Sie bilden damit eine Abstraktionsschicht zwischen Geräten und Adaptern, da ein Adapter den Transportkanal (bspw. seriell oder TCP/IP) nicht kennen muss. Mittels Konnektoren kann zudem das Trusted Subsystem Pattern (vgl. Abschnitt 3.2) unterstützt werden. Evtl. durch technische Maßnahmen zugriffsgeschützte Geräte können über das Bereitstellen eines geeigneten Konnektors angesprochen werden, der entsprechende Authentisierungsmethoden unterstützt.

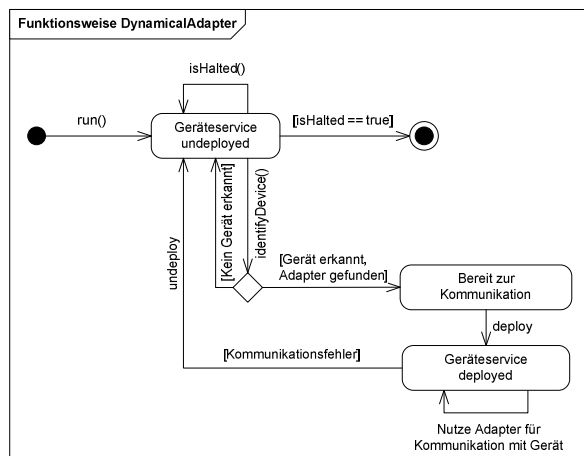


Abbildung 10: Umsetzung der Patterns Dynamical Adapter und Auto-Deploy



## 4.5 Device Plugins

Geräte-Plugins müssen Gerätetyp-spezifische abstrakte Klassen enthalten, die von `DynamicalAdapter`, `DeviceService` bzw. `Adapter` ableiten. Sie befähigen das Framework, einen bestimmten Gerätetyp zu unterstützen. Zur Realisierung des Legacy Wrapper Patterns (vgl. Abschnitt 3.4) und für die technische Umsetzung von Geräteservices folgen wir dem Contract-First Ansatz, bei dem zunächst der Servicevertrag konzipiert wird [8]. Hierfür wurde die Web Service Description Language (WSDL) in Verbindung mit XML-Schema verwendet. Anschließend wurde das Rohgerüst der Implementierung aus dem Servicevertrag generiert. Diese Vorgehensweise unterstützt das Legacy Wrapper Pattern, da die Gestaltung des Servicevertrags manuell erfolgt. Bei Verwendung des Code-First Ansatzes hingegen würde der Servicevertrag aus der Implementierung generiert werden. Dies könnte zur Folge haben, dass Details der Implementierung in den Servicevertrag getragen werden, was einer Verletzung des Legacy Wrapper Patterns entsprechen würde.

## 4.6 Device Adapter

Geräteadapter müssen von einer Gerätetyp-spezifischen Adapter-Klasse ableiten, die durch ein Geräte-Plugin bereitgestellt wird (vgl. Abschnitt 4.5). Zentral ist hierbei die Implementierung der abstrakten Methode „`isApplicable()`“. Dynamische Adapter nutzen diese Methode, um zu prüfen, ob der Adapter genutzt werden kann, um mit einem bestimmten Gerät zu kommunizieren. Eine Erläuterung der Implementierung der Geräteadapter zu den von uns genutzten Geräten würde an dieser Stelle zu weit führen. Zudem ist die Umsetzung des vom Hersteller vorgegebenen Protokolls nicht spezifisch für das SODA@Med Framework, sondern muss bei jedem Integrationsansatz vollzogen werden, um eine Kommunikation mit den Geräten zu ermöglichen (vgl. [27]).

## 4.7 Data Enrichment Plugins

Data Enrichment Plugins müssen die Schnittstelle „`DataEnrichment`“ implementieren. Im SODA@Med Framework werden diese Plugins in erster Linie genutzt, um die vom Gerät erzeugten Daten korrekt einem Patienten zuzuordnen. In Abhängigkeit von den Prozessen und der IT-Infrastruktur des jeweiligen Krankenhauses sind hierfür verschiedene Strategien möglich (vgl. [27]). Das Szenario für das Testen des Frameworks sieht einen Prozess vor, bei dem die Fallnummer des Patienten mit einem Barcode-Leser ermittelt wird. Durch eine Anfrage am Krankenhausinformationssystem werden alle relevanten Patientendaten geladen und der Patient einem Bett zugeordnet. Für die Zuordnung der Gerätedaten zum Patienten wurde die Klasse `SimplePatientDataLink` entwickelt. Diese prüft das Vorhandensein der Patienten-Id im vom Geräteservice bereitstehenden Datensatz und setzt diese unter Zuhilfenahme einer internen Tabelle, die eine Zuordnung der Patienten zu den Betten enthält. Diese Tabelle wird durch Abfragen am Krankenhausinformationssystem ständig aktualisiert.

## 5. EVALUATION

Für die Evaluation des Frameworks wird zum einen dessen Funktionsfähigkeit anhand von Labortests gezeigt. Zum anderen erfolgt die Evaluation kriterienbasiert anhand der Anforderungen.

### 5.1 Labortests

Um die Funktionsfähigkeit des Frameworks zu testen, wurden verschiedene Szenarien im Labor umgesetzt. Ein ausgewähltes

einfaches Szenario soll in diesem Abschnitt verwendet werden, um zu zeigen, wie das Framework genutzt werden kann, um medizinische Geräte auf einfache Weise als Services zu kapseln. Das Szenario sieht vor, dass die Vitaldaten eines Intensivpatienten in regelmäßigen Abständen abgerufen werden sollen. Im Laufe der Zeit wird der verwendete Patientenmonitor für Wartungszwecke durch ein anderes Modell getauscht. Hierbei werden folgende Gerätemodelle verwendet:

- Dräger Infinity® Delta
- Simulierter Patientenmonitor. Da im Labor nur ein realer Monitor zur Verfügung steht, wird das zweite Monitormodell durch eine Software simuliert.

Der Dräger Monitor ist seriell angeschlossen, der simulierte Monitor ist via Netzwerk erreichbar. Für die Integration der Geräte unter Verwendung des SODA@Med Frameworks sind drei Schritte nötig:

1. Entwickeln oder Beziehen der benötigten Plugins
2. Entwickeln oder Beziehen passender Geräte-Adapter
3. Konfigurieren und Ausführen des Frameworks

Die für das Szenario benötigten Plugins sind bereits Bestandteil des Frameworks. Im Zuge der weiteren Entwicklung von SODA@Med wäre es wünschenswert, wenn für alle relevanten Gerätetypen entsprechende Plugins verfügbar wären. Die Entwicklung solcher Plugins ist indes trivial, da die wesentlichen Funktionalitäten bereits durch die abstrakten Klassen des Frameworks bereitgestellt werden. Zur Verdeutlichung: Das Plugin für Patientenmonitore besteht aus fünf trivialen Klassen sowie einer Geräteservice-Implementierung, die aus einer WSDL-Datei generiert wurde (vgl. Abschnitt 4.5). Das Entwickeln des Plugins konnte in ungefähr einer Stunde durchgeführt werden, der größte Aufwand lag hierbei bei der Definition des Servicevertrags.

Der Aufwand für das Entwickeln der Gerätemodell-Adapter in Schritt 2 hängt von der Komplexität der proprietären Schnittstellen ab. Pro Adapter kann dies wenige Stunden bis einige Tage in Anspruch nehmen. Das Implementieren des vom Hersteller vorgegebenen Protokolls ist jedoch unabhängig vom Integrationsansatz unvermeidbar, um eine Kommunikation mit dem jeweiligen Gerät zu ermöglichen (vgl. [27]).

Das Konfigurieren des Frameworks in Schritt 3 erfolgt unter Verwendung des Spring Frameworks<sup>6</sup>. Dieses unterstützt das Prinzip der Dependency Injection. Dies bedeutet, dass Objekte ihre benötigten Objekte und Ressourcen nicht selbst erzeugen, sondern diese von außen „injiziert“ bekommen; auf diese Weise werden Abhängigkeiten reduziert. Im SODA@Med Framework dient dieses Prinzip dazu, die einzelnen Plugins zu einem lauffähigen Gesamtsystem zusammenzusetzen.

Nach Abschluss der Konfiguration wurde im Labor getestet, ob sich das Framework wie geplant verhält. Nach dem Starten des Anwendungsservers begann der dynamische Adapter unter Verwendung der ihm bekannten proprietären Adapter mit dem Versuch, eine Verbindung zum Patientenmonitor aufzubauen. Zu diesem Zeitpunkt war der Geräteservice wie vorgesehen noch nicht verfügbar. Nachdem der Dräger Monitor angeschaltet wurde, konnte dieser durch das Framework gefunden werden.

---

<sup>6</sup> <http://www.springsource.org>



Anschließend wurde automatisch der zugehörige Geräteservice installiert und war ab sofort im Netzwerk verfügbar. Durch entsprechende DPWS Anfragen konnte der Service im lokalen Netzwerk gefunden werden. Die Abfrage der aktuellen Vitaldaten war problemlos möglich, die im Datensatz ursprünglich fehlende Patienten-Id wurde korrekt gesetzt. Nach dem Abschalten des Träger Monitors wurde der zugehörige Geräteservice planmäßig deinstalliert. Anschließend wurde der simulierte Monitor gestartet, um einen Geräterwechsel nachzuahmen. Dieser wurde durch das Framework dynamisch erkannt. Der Geräteservice wurde entsprechend erneut installiert und die Vitaldaten konnten wieder abgerufen werden. Die Funktionsfähigkeit des Frameworks konnte somit belegt werden.

## 5.2 Reflexion der Anforderungen

Anforderung 1 fordert die Möglichkeit zur Integration der medizinischen Geräte mit verschiedensten Systemen. Dies wird durch die Kapselung der Geräte als DPWS Services realisiert. Solche Services sind ihrer Natur nach für die Kommunikation mit verschiedensten Systemen konzipiert und basieren auf programmiersprachenunabhängigen Standards [9]. Darüber hinaus erleichtert die Anwendung des Device Concentrator Patterns den Zugriff auf die von den Geräten erzeugten Daten.

Anforderung 2, das korrekte Zuordnen medizinischer Daten zu einem Patienten, wird durch Umsetzung eines Data Enrichment Plugins realisiert. Durch die Erweiterbarkeit des Frameworks kann der entsprechende Mechanismus an die Gegebenheiten des jeweiligen Krankenhauses angepasst werden. Das beispielhafte SimplePatientDataLink Plugin hatte die Patienten-Id im Rahmen der technischen Tests korrekt gesetzt.

Anforderung 3 beinhaltet eine Art Plug&Play-Mechanismus und wird durch das Dynamical Adapter Pattern umgesetzt. Das Framework versucht, neu angeschlossene Geräte zu erkennen und einen passenden Adapter zu finden. Ein manuelles Eingreifen durch das medizinische Personal ist dabei nicht notwendig. Die Funktionsfähigkeit der Umsetzung dieses Patterns wurde im Rahmen der technischen Tests belegt.

Anforderung 4, die Unterstützung unterschiedlichster Hardware-Schnittstellen, wird durch das Trennen der Adapterlogik von der Transportlogik realisiert. Die Erfüllung der Anforderung konnte belegt werden, da im Test für einen Geräteservice verschiedene Transportmechanismen (seriell und TCP/IP) genutzt wurden.

Die Prüfung der Erfüllung von Anforderung 5, die Konformität zur IEC 80001, erfordert das Durchlaufen des entsprechenden Risikomanagementprozesses. Dies ist für jedes Einsatzszenario individuell und zudem abhängig von den Gegebenheiten in der jeweiligen Klinik [10]. Durch das Framework werden jedoch Mechanismen bereitgestellt, um das Risiko eines Patientenschadens möglichst gering zu halten. Hierfür wird das Trusted Subsystem Pattern sowie des Data Enrichment Pattern unterstützt, um negative Seiteneffekte durch einen unkontrollierten Direktzugriff auf das Gerät bzw. das falsche Zuordnen von Daten zu verhindern. Darüber hinaus werden die von den Geräten erzeugten Daten maximal in den Adapter-Implementierungen geändert, um diese an das Datenformat des Geräteservices anzupassen.

Anforderung 6 besagt, dass die von den Herstellern angegebenen Zweckbestimmungen der Geräteschnittstellen berücksichtigt

werden müssen. Für das Framework ergeben sich hieraus keine direkten Konsequenzen. Jedoch muss bei Verwendung der entsprechenden Geräteservices sichergestellt werden, dass die Zweckbestimmungen nicht verletzt, die Daten also bspw. nicht zur Diagnostik verwendet werden.

Das Übertragen von Streamingdaten (Anforderung 7) ist eine Funktionalität des jeweiligen Geräteservices und betrifft die hierfür verwendete Technologie. Wie in Abschnitt 4.1 angemerkt, unterstützt DPWS aktuell keinen universellen Streaming-Mechanismus, eine solche Funktionalität müsste daher proprietär umgesetzt werden. Es lässt sich jedoch feststellen, dass aktuell kein Standard für Streaming im Kontext von SOA existiert. Im Rahmen einer Diskussionrunde während des 1. TeKoMed-Workshops<sup>7</sup> wurde die Notwendigkeit eines solchen Standards diskutiert und eine Arbeitsgruppe gegründet, die einen entsprechenden Entwurf erstellen soll<sup>8</sup>. Nach Einschätzung dieser Expertengruppe wird ein solcher Standard in einer zukünftigen DPWS Version unterstützt werden.

Anforderung 8, die ereignisbasierte Übertragung von Daten, betrifft ebenfalls die Serviceimplementierung und die hierfür verwendete Technologie. Wie in Abschnitt 4.1 angemerkt, unterstützt DPWS die Verwendung von WS-Eventing und damit die ereignisbasierte Kommunikation.

Anforderung 9, das Übertragen großer Datenmengen, ist überwiegend eine Sache der Auslegung der System- und Netzwerk-Kapazitäten und muss auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Beschränkungen von Seiten des Frameworks sind hierbei nicht festzustellen. Zudem unterstützt DPWS die Übertragung von Binärdaten durch Verwendung des MTOM Standards (Message Transmission Optimization Mechanism) [20].

## 6. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit der Konzipierung und prototypischen Implementierung des SODA@Med Frameworks wurde ein erster Schritt getan, um das allgemeine SODA-Konzept auf das medizinische Anwendungsfeld zu adaptieren und somit die identifizierte Forschungslücke eines fehlenden verallgemeinerten serviceorientierten Integrationskonzepts für medizinische Geräte zu schließen. Es wurde gezeigt, dass die aus der Literatur und drei Fallstudien ermittelten Anforderungen erfüllt werden. Lediglich für Streaming-Funktionalitäten gibt es Einschränkungen, da hierfür noch kein universeller Standard auf Basis von SOA Technologien existiert. Es ist jedoch zu erwarten, dass diese Lücke mit der nächsten Version von DPWS geschlossen wird.

Kritisch zu betrachten ist die Tatsache, dass das Einsatzgebiet medizinischer Geräte sehr breit ist und eine Vollständigkeit der Anforderungen auf Basis von drei Fallstudien nicht angenommen werden kann. Vor diesem Hintergrund ist SODA@Med als erster Entwurf zu sehen, der durch weitere Forschung an ggf. zusätzliche Anforderungen angepasst werden sollte. Weitere Forschung bedarf es auch hinsichtlich der Evaluation sowie der

<sup>7</sup> 1. Workshop Technologische Kompatibilität in der Medizintechnik durch Service-orientierte Architekturen, 1.6.-2.6.2010, Institut für Telematik, Universität zu Lübeck

<sup>8</sup> <http://trac.e-technik.uni-rostock.de/projects/ws-streaming>

Bewertung des Einsatzes serviceorientierter Konzepte im Kontext medizinischer Geräte. Zwar konnte eine positive Reflexion der Anforderungen gezeigt werden, jedoch muss sich das Framework in einem nächsten Schritt in der Praxis bewähren. Zudem ist systematisch zu analysieren, welche Vor- und Nachteile die Verwendung serviceorientierter Konzepte im Vergleich zu bisherigen Integrationskonzepten bietet. Weiterer Forschungsbedarf ist hinsichtlich der semantischen Interoperabilität und damit hinsichtlich des Service Designs zu sehen. Das Framework selbst ist hiervon jedoch nicht betroffen, da diesem über die Plugins jedes beliebige semantische Modell injiziert werden kann.

## 7. LITERATUR

- [1] Web Service Dynamic Discovery (WS-Discovery) Version 1.1. OASIS ed., 2009.
- [2] Becker, J. Prozess der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. in Oesterle, H., Winter, R. and Brenner, W. eds. Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigour und Relevanz, Infowerk, Nürnberg, 2010, 13-17.
- [3] Bennett, K. Legacy Systems: Coping with Success. IEEE Software, 12 (1). 19-23.
- [4] Bisbal, J., Lawless, D., Bing, W. and Grimson, J. Legacy information systems: issues and directions. IEEE Software, 16 (5). 103-111.
- [5] Bohn, H., Bobek, A. and Golatowski, F., SIRENA - Service Infrastructure for Real-time Embedded Networked Devices: A service oriented framework for different domains. in International Conference on Networking, International Conference on Systems and International Conference on Mobile Communications and Learning Technologies (ICN/ICONS/MCL 2006), (2006), IEEE Computer Society.
- [6] Bridges, M.W. SOA in Healthcare. Health Management Technology, 28 (6). 6-10.
- [7] de Deugd, S., Carroll, R., Kelly, K.E., Millett, B. and Ricker, J. SODA: Service Oriented Device Architecture. Pervasive Computing, IEEE, 5 (3). 94-96.
- [8] Erl, T. SOA Design Patterns. Prentice Hall International, Boston, 2009.
- [9] Erl, T. SOA Principles of Service Design. Prentice Hall International, Boston, 2007.
- [10] Gärtner, A. IEC 80001: Risikomanagement vernetzter medizinischer Systeme. in Jäckel, A. ed. Telemedizinführer Deutschland 2009, Minerva, Bad Nauheim, 2008, 40-44.
- [11] Hevner, A.R., March, S.T., Park, J. and Ram, S. Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly, 28 (1). 75-105.
- [12] Lesh, K., Weininger, S., Goldman, J.M., Wilson, B. and Himes, G. Medical Device Interoperability – Assessing the Environment Joint Workshop on High Confidence Medical Devices, Software, and Systems and Medical Device Plug-and-Play Interoperability, 2007.
- [13] Mauro, C., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. The Nature of Medical Device Services - A Multiple-Case Study 4th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC), Rome, Italy, 2011.
- [14] Mauro, C., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. Service Oriented Device Integration – An Analysis of SOA Design Patterns 43st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-43), Kauai, Hawaii, 2010.
- [15] Mauro, C., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. Serviceorientierte Integration medizinischer Geräte – ganzheitliche IT-Unterstützung klinischer Prozesse. Informatik-Spektrum, Online First.
- [16] Mauro, C., Sunyaev, A., Dünnebeil, S., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. Mobile Anwendungen im Kontext des Medizinproduktegesetzes. Fischer, S., Maehle, E. and Reischuk, R. eds. Informatik 2009 - Im Fokus das Leben, Köllen Druck+Verlag GmbH, Lübeck, 2009.
- [17] Mauro, C., Sunyaev, A., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. Service-orientierte Integration medizinischer Geräte - eine State of the Art Analyse Wirtschaftsinformatik 2009 - Business Services: Konzepte, Technologien und Anwendungen, Wien, 2009, 119-128.
- [18] Mauro, C., Sunyaev, A., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. Standardized Device Services - A Design Pattern for Service Oriented Integration of Medical Devices 43st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-43), Kauai, Hawaii, 2010.
- [19] Melrose, J.P. e-health is the way via SOA. Healthcare Financial Management, 61 (3). 120-122.
- [20] OASIS. Devices Profile for Web Services Version 1.1, 2009.
- [21] Pöhlens, S. Entwicklung einer Service-orientierten Architektur zur vernetzten Kommunikation zwischen medizinischen Geräten, Systemen und Applikationen, Universität zu Lübeck, Lübeck, 2010.
- [22] Schweiger, A., Sunyaev, A., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. Toward Seamless Healthcare with Software Agents. Communications of the Association for Information Systems (CAIS), 19. 692-709.
- [23] Shaikh, A., Memon, M., Memon, N. and Misbahuddin, M., The Role of Service Oriented Architecture in Telemedicine Healthcare System. in Complex, Intelligent and Software Intensive Systems, 2009. CISIS '09. International Conference on, (2009), 208-214.
- [24] Siebenhaar, M., Lehrig, T., Braun, J. and Görges, T. Entwicklung einer SOA-basierten Webanwendung zur Buchung und Verwaltung von Segeltouren: Proprietäre Software vs. Open Source Wirtschaftsinformatik, 50 (4). 325-329.
- [25] Sunyaev, A., Leimeister, J.M., Schweiger, A. and Krcmar, H. Integrationsarchitekturen für das Krankenhaus - Status quo und Zukunftsperspektiven. In: Information Management & Consulting (IMC). Information Management & Consulting (IMC), 21 (1). 28-35.
- [26] Tanenbaum, A.S. Computernetzwerke. Pearson Studium, München, 2003.
- [27] Zaleski, J. Integrating Device Data into the Electronic Medical Record: A Developer's Guide to Design and a Practitioner's Guide to Application. Publicis Publishing, Erlangen, 2008.

# Entscheidungsunterstützung für ein unternehmenswertorientiertes Beschwerdemanagement im Dienstleistungsbereich durch ein dynamisches Simulationsmodell

Marco C. Meier  
FIM Research Center  
University of Augsburg  
Universitätsstrasse 12  
86159 Augsburg  
+49 (0) 821 598 4850

marco.meier@wiwi.uni-augsburg.de

Benjamin Mosig  
FIM Research Center  
University of Augsburg  
Universitätsstrasse 12  
86159 Augsburg  
+49 (0) 821 598 4866

benjamin.mosig@wiwi.uni-augsburg.de

Dieter Reinwald  
FIM Research Center  
University of Augsburg  
Universitätsstrasse 12  
86159 Augsburg  
+49 (0) 821 598 4837

dieter.reinwald@wiwi.uni-augsburg.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Gegenstand dieses Beitrags ist ein dynamisches Simulationsmodell, mit dessen Hilfe die optimale Höhe der Auszahlung für eine Beschwerdelösung im Dienstleistungssektor im Sinne einer wertorientierten Unternehmensführung ermittelt werden kann. Zentral ist dabei der Konflikt zwischen dem Wertverlust durch abwandernde Kunden einerseits und dem Wertverlust durch überhöhte Investitionen in Kundenbindung andererseits. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass bisherige Lösungsansätze entscheidende Faktoren nicht ausreichend berücksichtigen. Zur Evaluierung des Simulationsmodells dient u. a. ein Anwendungsbeispiel aus der Mobilfunkbranche. Der Beitrag liefert somit neue Erkenntnisse für die Weiterentwicklung von Entscheidungsunterstützungssystemen.

## Schlüsselwörter

Beschwerdemanagement; Entscheidungsunterstützungssysteme; Simulation; System Dynamics; Wertorientierte Unternehmensführung

## 1. MOTIVATION

Beschwerdemanagement wird im Kontext von CRM-Systemen (Customer-Relationship-Management-Systemen) noch immer vernachlässigt, trotz des hohen Potenzials zur Unternehmenswertsteigerung – und damit zu einem primären Ziel der Wirtschaftsinformatik [26] – beizutragen.

Dies indizieren beispielsweise Studien von [27] [5], wonach es in bestimmten Fällen fünfmal mehr Aufwand verursacht, einen neuen Kunden zu gewinnen als einen unzufriedenen Kunden durch zielgerichtetes Beschwerdemanagement zu halten. Problematisch ist, dass derartige Befunde vergleichsweise undifferenziert vorgestellt werden. Es mag von einer Reihe an Faktoren abhängen, wie hoch der konkrete Wertbeitrag einer Maßnahme ist, die darauf abzielt, einen Kunden zu halten [8] [34].

In der Praxis fallen Entscheidungen zu solchen „Abwehrmaßnahmen“, bei denen nicht transparent ist, inwiefern sie dazu beitragen, den Unternehmenswert zu steigern bzw. Wertverlust zu vermeiden [3]. In einigen Fällen mangelt es gänzlich an einem Rational, sodass die Art, wie ein Kunde, der sich beschwert (Beschwerdeführer) behandelt wird, etwa in einem Call Center, willkürlich vom zufällig zugeordneten Mitarbeiter abhängt. In anderen Fällen existieren einfache pauschale Richtlinien, die etwa dazu führen, dass bei einem Fehler einer bestimmten Kategorie immer ein fixer Betrag als Beschwerdelösung, z. B. in Form eines Gutscheins angeboten wird. In etwas fortschrittlicheren (analytischen) CRM-Systemen basiert die Entscheidung darüber, wie viel in einen abwanderungsbedrohten Kunden investiert wird, auf einfachen Kennzahlen, etwa dem Umsatz der letzten Jahre oder einfacheren Analysemethoden zur Kundenpriorisierung, etwa eindimensionalen ABC- oder mehrdimensionalen RFM-Analysen (Recency-Frequency-Monetary-Value-Analysen). Diese Ansätze sind jedoch alle vergangenheitsorientiert und der Beitrag zum Unternehmenswert ist intransparent. Sie bergen daher im Sinne einer wertorientierten Unternehmensführung eine Fehlentscheidungsgefahr [4].

Ein wert- und zukunftsorientierter Maßstab zur Priorisierung ist der Kundenwert (Customer Lifetime Value (CLV)), also der diskontierte Betrag der Differenz zwischen Ein- und Auszahlungen, die ein Kunde verursachen wird. Aufgrund der Problematik, insbes. größere Auszahlungen, z. B. Gehälter von Mitarbeitern, einzelnen Kunden verursachungsgerecht zuzuordnen zu können, bietet es sich an, statt einzelner CLVs die Summe über alle Kunden bzw. die Kunden einer homogenen Kundengruppe heranzuziehen. Das sogenannte Customer Equity kann hierbei als Messgröße für den Unternehmenswertbeitrag einer CRM-Maßnahme dienen [16].

Häufig liegen derartige Kennzahlen in der Praxis im Standardbereichswesen nicht vor [16], obwohl in Data Warehouses bzw. Data Marts, die aus internen Quellen (wie Enterprise-Resource-Planning-Systemen) und externen Quellen (wie Marktforschungsinstituten und statistischen Ämtern) gespeist werden, die für die Berechnung erforderlichen Daten verfügbar wären. Das Potenzial, diese Daten im Sinne der wertorientierten Unternehmensführung als Entscheidungsgrundlage zu nutzen, wird jedoch aus verschiedenen Gründen nicht voll ausgeschöpft: kurzfristige Zielsetzungen dominieren, es mangelt an methodischem Wissen und/oder technischen Fähigkeiten etc.

Erste wissenschaftliche Beiträge behandeln zwar schon Ansätze für kundenwertorientierte Entscheidungsunterstützungssysteme im Beschwerdemanagement, jedoch sind diese, an einigen Stellen noch zu undifferenziert, da sie z. B. längerfristige Rückkopplungseffekte nicht berücksichtigen [4]. Zudem haben sie die Praxis noch nicht in größerem Umfang erreicht, weil sie mitunter Anforderungen an Daten stellen, die viele Unternehmen, wie oben skizziert, derzeit noch nicht erfüllen.

Insofern ergibt sich ein Bedarf zur Verbesserung von Entscheidungsunterstützungssystemen im Beschwerdemanagement, die stärker zukunftsorientiert sind und insbes. Wertorientierung, gleichermaßen kurz- und langfristige Effekte sowie Rückkopplungen berücksichtigen.

## 1.1 Abgrenzung des Forschungsgegenstands

Erkenntnisgegenstand sind also Informationssysteme, die dazu dienen, Entscheidungen im Beschwerdemanagement vorzubereiten. Geht man von einem gegebenen Kundenbestand aus – die Gewinnung von Neukunden durch „Türöffner“, die sich im Rahmen des Beschwerdemanagements ergeben mögen, wird hier nicht behandelt – dann besteht ein primäres Ziel des Beschwerdemanagements darin, Opportunitätskosten durch verlorene Kunden zu vermeiden – m. a. W. gefährdete künftige Einzahlungen durch Umsatzerlöse von bestehenden Kunden zu sichern.

Gerade im Dienstleistungsbereich, der in Deutschland einen Anteil von rund 70% an der Bruttowertschöpfung erreicht hat [7], bieten sich durch den Kontakt zum sogenannten externen Faktor, also dem Kunden oder einem Gegenstand aus dem Besitz des Kunden, insbes. im Vergleich zu einem anonymen industriellen Produktgeschäft, gute Ansatzpunkte für ein zielgerichtetes Beschwerdemanagement.

Um Ursache-Wirkungseffekte klar herauszuarbeiten, blenden wir weitere Ziele des Beschwerdemanagements, etwa Anregungen für die Verbesserung von Dienstleistungen zu gewinnen, aus. Der Fokus dieses Beitrags liegt auf einer der Kernfragen des Beschwerdemanagements: Wie hoch sollte der Wert der Beschwerdelösung für einen Kunden sein?

Beschwerdelösung bedeutet in diesem Zusammenhang, eine Maßnahme, etwa eine Gutschrift oder ein Angebot (z. B. „Upgrade“), deren Ziel es ist, die Erwartungen eines Beschwerdeführers so zufrieden zu stellen, dass er weiterhin Leistungen des Unternehmens bezieht und nicht zu einem Wettbewerber abwandert.

Die Erwartungen eines Kunden hinsichtlich der Reaktion eines Unternehmens auf einen wahrgenommenen Mangel mögen auf vorab explizit formulierten „Marketing-Versprechen“, wie sie bei sogenannten Servicegarantien vorkommen [4], basieren oder sich implizit aus der Art der Dienstleistung, dem Image des Unternehmens etc., ergeben [20].

## 1.2 Anforderungen an einen Lösungsbeitrag

Als Basisanforderungen an einen Lösungsbeitrag aus der Wirtschaftsinformatik gelten, dass er (1) auf eine Klasse von Problemen anwendbar sein sollte, (2) einen innovativen Beitrag zum publizierten Wissensstand leistet, (3) nachvollziehbar begründet wird und validierbar ist sowie (4) heute oder in Zukunft einen Nutzen für Anspruchsgruppen erzeugen kann [30].

Im Speziellen kommen bei dem hier behandelten Problem als weitere Anforderungen dazu, dass die Lösung (A) ein monetäres Ergebnis für die Beschwerdelösung liefert, welches (B) transparent zur wertorientierten Unternehmensführung beiträgt und (C) dynamische Effekte (Rückkopplungen) berücksichtigt.

Ad (A): Wie im vorhergehenden Teilabschnitt motiviert, fokussiert dieser Beitrag auf Entscheidungen zur Beschwerdelösung. Der entsprechende Handlungsspielraum wird durch einen Wert der Beschwerdelösung vorgegeben. Deshalb soll der Lösungsbeitrag ein monetäres Ergebnis, im Sinne eines „Budgets“ für eine „optimale“ Beschwerdelösung liefern. Die Entscheidung über einen bestimmten Maßnahmenotyp behandelt dieser Beitrag nicht.

Ad (B): Die angesprochene „Optimalität“ bezieht sich auf den Beitrag einer Beschwerdelösung zum Unternehmensziel der nachhaltigen Wertsteigerung. Als Messgröße für den Unternehmenswert im Beschwerdemanagement eignet sich, wie eingangs motiviert, das Customer Equity, das wie folgt als aggregierter CLV definiert werden kann (z. B. [13] [21]):

$$CE = \sum_{i=1}^n CLV_i, \quad \text{mit } CLV_i = \sum_{t=1}^T \frac{E_{i,t} - A_{i,t}}{(1+z)^t} \quad (1)$$

mit

CE Customer Equity

CLV<sub>i</sub> Customer Lifetime Value des Kunden i

n Gesamtanzahl der Kunden

E<sub>i,t</sub> Erwartete Einzahlungen des Kunden i zum Zeitpunkt t

A<sub>i,t</sub> Erwartete Auszahlungen an den Kunden i zum Zeitpunkt t

z Kalkulationszinssatz

T Geschätzte Dauer der verbleibenden Geschäftsbeziehung

Zentral ist somit der Konflikt zwischen kurzfristigen Auszahlungen und langfristigen potenziell entgangenen Einzahlungen. Wir gehen davon aus, dass bei jeder Beschwerde ein Teil des Customer Equity durch die Auszahlung für die Beschwerdelösung und/oder den Verlust von bestehenden Kunden vernichtet wird. Den Fall, dass es einem guten Vertriebsmitarbeiter gelingt, einen Beschwerdeführer zum Kauf einer höherwertigen Dienstleistung zu bewegen und damit das Customer Equity zu erhöhen, blenden wir für diese Untersuchung aus. Konkret bedeutet dies: Ist die Auszahlung für die Beschwerdelösung zu gering, wandert der Kunden zu einem Wettbewerber ab und noch nicht ausgeschöpftes Kundenwertpotenzial – und damit Customer Equity – geht verloren. Ist dagegen die Auszahlung für die Beschwerdelösung zu hoch, dann wird der drohende Verlust von Einzahlungen durch künftige Umsatzerlöse zwar „abgewehrt“, aber zu einem „zu hohen Preis“, sodass auch hier Customer Equity verloren geht. Es gilt also, die Höhe der Auszahlung für eine Beschwerdelösung zu ermitteln, bei der der Verlust an Customer Equity am geringsten ist und der Grenzertrag noch positiv bleibt.

Ad (C): Da die wertorientierte Unternehmensführung auf eine nachhaltige Wertsteigerung zielt, sind längerfristig angelegte Analysen für die Entscheidungsunterstützung erforderlich. Hierbei sind Zeitverzögerungen, nicht-lineare Effekte und Rückkopplungen zu berücksichtigen. Beispielsweise mag man davon ausgehen, dass die Zahl der Beschwerdeführer mit der Anzahl aller Kunden

steigt, weil sich u. a. mit steigender Menge an damit verbundenen Dienstleistungen das Risiko, dass dabei Mängel auftreten, erhöht. Werden die Erwartungen der Beschwerdeführer nicht erfüllt, dann verringert sich in der nächsten Periode die Anzahl der Kunden, was wiederum nach obiger Argumentation eine Verringerung der Anzahl der Beschwerdeführer nach sich zieht. Wie sich derartige zeitversetzte Reaktionen eines Entscheidungsparameters auf sich selbst im Gesamtkontext auswirken, soll im Lösungsbeitrag explizit berücksichtigt werden.

## 2. STAND DER FORSCHUNG

Um sicherzustellen, dass es sich um einen innovativen Beitrag zum publizierten Wissensstand handelt, wurde nach Literatur recherchiert, die einen Lösungsbeitrag im obigen Sinne verspricht. Als Ausgangspunkt dienten hierbei zwei umfassende sogenannte State-of-the-Art Beiträge von Homburg und Fürst [19] bzw. Hogreve und Gremler [18], die sowohl die deutsche wie auch die englischsprachige Forschung der letzten Jahrzehnte im Bereich Beschwerdemanagement und Servicegarantien abdecken und Forschungslücken aufzeigen. Ergänzend wurde nach neueren Veröffentlichungen in Zeitschriften und Konferenzbänden, die in den o. g. Beiträgen fehlen, gesucht sowie der Recherchefokus gezielt um Dissertationsschriften erweitert. Tabelle 1 stellt die so identifizierten relevanten Beiträge mit einer Beurteilung der in Abschnitt 1.2 postulierten Anforderungen überblicksartig gegenüber.

**Tabelle 1: Überblick zum Stand der Forschung**

	Ansatz	Anforderung A Monetäres Ergebnis	Anforderung B Wertorientie- rung	Anforderung C Dynamische Effekte
Zeitschriften- bzw. Konferenzbeitrag	Fornell und Wernerfelt [8]	Quantitatives Modell	Implizit berücksichtigt	Nicht berücksichtigt
	Hart [14]	Nicht berücksichtigt	Implizit berücksichtigt	Nicht berücksichtigt
	Reichheld und Sasser [31]	Nicht berücksichtigt	Implizit berücksichtigt	Empirischer positiver Zusammenhang zwischen Un- ternehmenswert und Kundenbe- ziehungsdauer
	Hart et al. [15]	Nicht berücksichtigt	Implizit berücksichtigt	Nicht berücksichtigt
	Baker und Collier [4]	Quantitatives Modell	Kundenwert als Inputfaktor	Nicht berücksichtigt
	Liu et al. [22]	Nicht berücksichtigt	Nicht berücksichtigt	Simulation über mehrere Perio- den
	Meier und Reinwald [25]	Nicht berücksichtigt	Optimierung des Customer Equity	Simulation über mehrere Perio- den
	Fürst [12]	Nicht berücksichtigt	Implizit be- rücksichtigt	Nicht berücksichtigt
Fachbuch bzw. Dissertationsschrift	Stauss und Seidel [34]	Nicht berücksichtigt	Globaler An- satz mittels Kosten/Nutzen Rechnung	Nicht berücksichtigt

Fornell und Wernerfelt [8] erstellen auf der Basis der Exit-Voice-Theorie [17] ein ökonomisches Modell, um zu zeigen, wie mithilfe von Beschwerdelösungen eine substanzielle Kostenreduktion

von Marketingmaßnahmen ermöglicht werden kann, was implizit der Unternehmenswertsteigerung dient. Dynamische Effekte werden nicht berücksichtigt.

Hart [14] fordert eine „signifikante“ finanzielle Beschwerdelösung, gibt aber statt konkreter Empfehlungen nur einige Beispiele, die eine pauschale Beschwerdelösung für alle Kunden beschreiben. Eine wertorientierte Denkweise findet sich implizit durch die Beispiele gewählter Unternehmen, die erfolgreicher waren als ihre Wettbewerber. Dynamische Effekte werden jedoch nicht berücksichtigt.

Reichheld und Sasser [31] brachten den Gedanken der Differenzierung in die Beschwerdemanagementforschung. Zum einen findet sich nun eine Unterscheidung zwischen profitablen und unprofitablen Kunden, zum anderen identifizierten sie einen starken positiven Zusammenhang zwischen der Länge der Kundenbeziehungsdauer und dem daraus resultierenden Unternehmensgewinn und geben damit erste Hinweise auf die Bedeutung dynamischer Effekte.

Hart et al. [15] betonen, dass Entschädigungen bis zu einem bestimmten Grad ohne Rückfragen gezahlt werden sollten. Allerdings geben auch sie weder konkrete Richtlinien für die (monetäre) Höhe der Beschwerdelösung noch berücksichtigen sie dynamische Effekte.

Baker und Collier [4] schlagen erstmals ein quantitatives Modell vor, das eine konkrete Empfehlung für die (monetäre) Höhe der Beschwerdelösung liefert. Ihr formal-deduktives analytisches Modell basiert auf dem Kundenwert, den sie in Form der „long term discounted lost revenues“ quantifizieren. Die Unternehmenswertsteigerung als Optimierung einer (sicheren) Auszahlung gegenüber zukünftigen (unsicheren) Einzahlungen wird hierbei explizit berücksichtigt. Dynamische Effekte bleiben außen vor, wie die Autoren selbstkritisch anmerken.

Liu et al. [22] präsentieren ein System-Dynamics-Modell, das Kausalbeziehungen im Beschwerdemanagement in der nationalen Telekommunikationsbranche untersucht. Obwohl dieser Beitrag eine empirische Studie verwendet, um die Simulationsergebnisse zur evaluieren, wird eine sehr aggregierte Sicht eingenommen, die weder konkrete monetäre Beschwerdelösungen für spezifische Kundengruppen unterscheidet noch den Bezug zur wertorientierten Unternehmensführung integriert.

Meier und Reinwald [25] entwickeln ein dynamisches Modell, das die Aufteilung eines Budgets für die Beschwerdelösung zwischen zwei Kundengruppen behandelt ohne ein konkretes monetäres Ergebnis zu liefern. Als Spitzenkennzahl dient das Customer Equity. Dynamische Effekte inkl. Rückkopplungen werden insbes. durch Abbildung der Mund-zu-Mund-Propaganda berücksichtigt.

Fürst [12] untersucht in seiner Dissertation empirisch die Erfolgsgrößen des Beschwerdemanagements. Obgleich er die Bedeutung materieller Beschwerdelösungen für die Beschwerdezufriedenheit (und damit den Erfolg) bestätigt, finden sich auch hier keine konkreten Aussagen bez. der finanziellen Höhe der Beschwerdelösung. Während er die Bedeutung des Beschwerdemanagements aus einer wertorientierten Unternehmensführung begründet, werden dynamische Effekte nicht betrachtet.

Stauss und Seidel [34] betonen die Bedeutung der materiellen und finanziellen Komponente der Beschwerdelösung für die Beschwerdezufriedenheit, treffen jedoch nur pauschale Aussagen, dass diese auch vom Kundenwert abhängen sollte. Dynamische

Effekte werden zwar angesprochen, jedoch nicht bei der Bestimmung der Beschwerdelösungshöhe berücksichtigt.

### 3. FORSCHUNGSDESIGN

Die Recherche nach den oben genannten Kriterien ergab, dass sich keine Publikation fand, die im Sinne der wertorientierten Unternehmensführung eine Entscheidungsunterstützung in Form eines monetären Ergebnisses für eine Beschwerdelösung im Dienstleistungsbereich liefert und dabei dynamische Effekte berücksichtigt.

Demnach besteht das zentrale Erkenntnisziel dieses Beitrags darin, den optimalen Wert einer Beschwerdelösung im Dienstleistungsbereich zu ermitteln, mit dem Ziel, dadurch den Verlust an Customer Equity zu minimieren, der einerseits durch abwandernde Kunden und andererseits durch Auszahlungen für die Beschwerdelösung selbst verursacht wird. Dabei sollen auch wie eingangs motiviert dynamische Effekte berücksichtigt werden. Darüber hinaus gilt es herauszufinden, welche Faktoren den stärksten Einfluss auf das Ergebnis haben, um konkrete Handlungsempfehlungen für Entscheidungsträger ableiten zu können.

Als Forschungsmethode bietet sich gemäß der Kategorisierung von Wilde und Hess [40] die Simulation mit dem Ziel der Optimierung des Systemverhaltens an [23]. Da insbes. dynamische Effekte zu berücksichtigen sind, liegt es weiterhin nahe, System Dynamics als Simulationsmethode zu verwenden. Basierend auf der Systemtheorie versucht dieser Forschungsansatz komplexe kausale Strukturen von betriebswirtschaftlichen und anderen Systemen zu identifizieren, analysieren und simulieren [9] [10]. Ziel ist es, den Entscheidungs- und Lernprozess von Entscheidungsträgern zu verbessern, die Wirkungszusammenhänge oft nicht intuitiv verstehen können, weil es ihnen an Verständnis von Zeitverzögerungen und nicht-linearen Zusammenhängen zwischen Modellparametern mangelt [41]. Als Entwicklungsumgebung für die Modellierung und Durchführung der Simulation kommt aufgrund der umfangreichen Analysemöglichkeiten die Simulationssoftware Vensim DSS (Version 5.9e) zum Einsatz.

### 4. SIMULATIONSMODELL

Im Folgenden werden zunächst die Modellstruktur sowie die ihr zu Grunde liegenden Annahmen beschrieben und begründet. Es folgt die Simulation auf der Basis exemplarischer Parameterausprägungen. Eine Sensitivitätsanalyse erweitert die anschließende Interpretation der Ergebnisse, um Anhaltspunkte dafür zu finden, inwieweit die Veränderung ausgewählter Modellparameter Auswirkungen auf die optimale Beschwerdelösung und das Customer Equity hat.

#### 4.1 Modellbeschreibung

Abbildung 1 zeigt das Flussdiagramm des Modells in der gängigen System-Dynamics-Notation [36], wobei sowohl eine homogene Kundengruppe als auch ein periodisches Erlösmodell vorausgesetzt werden.

Die *erwartete Kundenbeziehungsdauer*  $d$  ( $\in \mathbb{Z}^+$ ) (als Schattenvariable abgebildet) ist gleich der Anzahl an Perioden, die die homogene Kundengruppe durchschnittlich dem Unternehmen treu bleibt.

Die Bestandsgröße *Bestandskunden*  $BK$  ( $\in \mathbb{N}_0$ ) beinhaltet die Anzahl der Kunden einer homogenen Kundengruppe. Diese wird im Modell ausschließlich durch den Abfluss *Kundenabwanderungsrate*  $k$  ( $\in \mathbb{R}_0^+$ ) pro Periode  $t$  reduziert. Diese Rate stellt den Teil der Bestandskunden dar, die trotz erhaltener Beschwerdelösung das

Unternehmen in Periode  $t$  verlassen und dadurch den Kundestamm im Vergleich zur Vorperiode  $(t - 1)$  verringern. Dies ist in Modellgleichung (2) beschrieben.

$$BK(t) = BK(t - 1) - k(t) \quad (2)$$

Angemerkt sei an dieser Stelle, dass im Kundenbindungsmanagement zahlreiche weitere Einflüsse existieren, die für die Veränderung der Kundenanzahl verantwortlich sind (z. B. Bestandskundenreduktion durch negative Mund-zu-Mund-Propaganda). Der aus diesen Parametern resultierende direkte und indirekte Einfluss auf die Veränderung der Kundenanzahl wird in diesem Modell noch nicht weiter betrachtet.

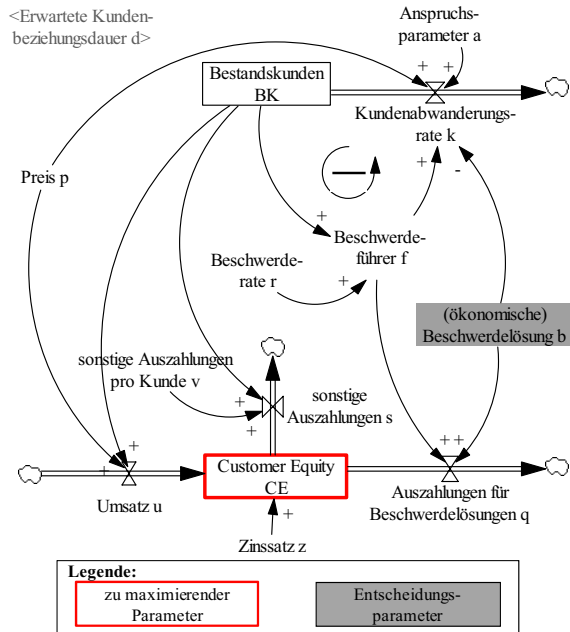


Abbildung 1: Flussdiagramm zur Minimierung des Wertverlusts durch abwandernde Kunden

Wie aus Modellgleichung (3) ersichtlich ist, setzt sich die Flussgröße Kundenabwanderungsrate aus den Parametern *Beschwerdeführer*  $f$ , *Beschwerdelösung*  $b$ , *Preis*  $p$  und *Anspruchparameter*  $a$  zusammen, die im Folgenden einzeln erläutert werden.

$$k(t) = f(t) * \left(1 - \left(\frac{b(t)}{p(t)}\right)^a\right) \quad (3)$$

Die Variable *Beschwerdeführer*  $f$  ( $\in \mathbb{R}_0^+$ ) ergibt sich aus der Multiplikation der Bestandskunden mit der *Beschwerderate*  $r$  ( $\in [0, 1]$ ) und repräsentiert den Anteil der Bestandskunden, der sich während einer Simulationsperiode beim Unternehmen beschwert. Je höher die Beschwerderate ist, desto höher ist die Anzahl der Beschwerdeführer in Periode  $t$ , wie Modellgleichung (4) zeigt.

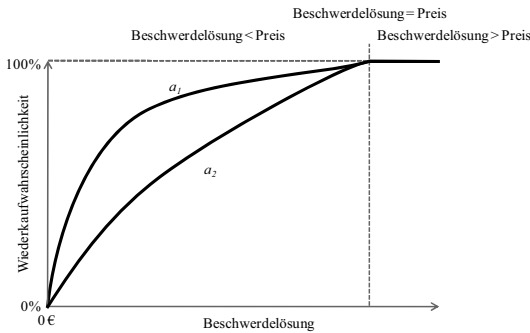
$$f(t) = BK(t) * r(t) \quad (4)$$

Da Beschwerden, die nicht beim verantwortlichen Unternehmensbereich ankommen, in diesem Modell nicht im Fokus liegen und daher nicht berücksichtigt werden können, setzen wir voraus, dass

sich jeder unzufriedene Kunde auch tatsächlich beschwert und diese Beschwerde registriert wird. Weiterführende Informationen bez. der Identifikation unzufriedener Kunden finden sich beispielsweise bei Stauss und Seidel [35].

Entscheidend für das Modell ist, dass die Auszahlungen für die Beschwerdelösung, der Preis und die durch den Anspruchsparameter ausgedrückte Erwartungshaltung einer Kundengruppe die Wiederkaufswahrscheinlichkeit im Beschwerdefall beeinflussen.

Der Entscheidungsträger im Beschwerdemanagement legt die Auszahlungshöhe für die *Beschwerdelösung*  $b$  ( $\in \mathbb{R}_0^+$ ) fest und beeinflusst so die Kundenabwanderungsrate: Je höher die Auszahlung für die Beschwerdelösung im Verhältnis zum *Preis*  $p$  ( $\in \mathbb{R}^+$ ) der Dienstleistung (d.h. der durchschnittlichen Einzahlung, die jeder Kunde einer homogenen Kundengruppe für die Inanspruchnahme der Dienstleistung pro Periode erbringt) ist, desto höher ist die damit verbundenen Wiederkaufswahrscheinlichkeit des Beschwerdeführers in der nächsten Periode: Högrevé und Gremler [18] stützen die dem Simulationsmodell zu Grunde liegende Annahme, dass die Wiederkaufswahrscheinlichkeit in der Folgeperiode bei 100% liegt, wenn die Auszahlung für die Beschwerdelösung mindestens der Höhe des Preises entspricht. Erfolgt keine Auszahlung, so beträgt sie 0%. Der Wert der Beschwerdelösung wird im Modell vereinfachend gleich der Auszahlung dafür gesetzt. In der betrieblichen Praxis finden sich neben rein monetären auch materielle und immaterielle Formen der Beschwerdelösung (z. B. [24] [32] [1]). Im Regelfall führen aber auch sie direkt oder indirekt zu Auszahlungen, sodass diese Vereinfachung zu rechtferigen ist.



**Abbildung 2: Wiederkaufswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von Beschwerdelösungshöhe und Anspruchsniveau**

Das Anspruchsniveau der homogenen Kundengruppe, das durch den *Anspruchsparameter*  $a$  ( $\in [0, 1]$ ) abgebildet wird, beschreibt den Verlauf der Wiederkaufswahrscheinlichkeit zwischen den beiden soeben definierten Extrempunkten. Wie Abbildung 2 für ein niedriges ( $a_1$ ) und ein hohes ( $a_2$ ) Anspruchsniveau exemplarisch zeigt, bedeutet eine höhere Anspruchshaltung, dass sich bei gleicher Auszahlungshöhe für eine Beschwerdelösung eine geringere Wiederkaufswahrscheinlichkeit der „anspruchsvolleren“ Kundengruppe  $a_2$  ergibt. Ein Wert von 0 für den Anspruchsparameter impliziert, dass die Kundengruppe – unabhängig von der Auszahlung für die Beschwerdelösung und der Höhe des Preises für die Dienstleistung – in der nächsten Periode erneut die Dienstleistung in Anspruch nehmen wird. Ein Wert von 1 hingegen drückt aus, dass die Kundengruppe immer erst bei einer Beschwerdelösung in Höhe des Preises vollständig zufriedengestellt ist und somit eine Wiederkaufswahrscheinlichkeit von 100% aufweist (siehe Modellgleichung 5).

$$\left(\frac{b(t)}{p(t)}\right)^{a(t)} = \begin{cases} \left(\frac{b(t)}{p(t)}\right)^{a(t)}, & 0 \leq b(t) < p(t) \\ 1, & b(t) \geq p(t) \end{cases} \quad (5)$$

Falls die Beschwerdelösung und der Anspruchsparameter gleichzeitig den Wert 0 annehmen, definieren wir eine Wiederkaufswahrscheinlichkeit von 100%, da bei nicht vorhandenem Anspruchsniveau die Beschwerdelösung für den Kunden nebensächlich ist. Nähere Hinweise, wie das Anspruchsdenken von Kunden beeinflusst werden kann, finden sich u. a. bei [29] und [2].

Um die Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Beschwerdemanagement und Unternehmenswert zu quantifizieren, verwenden wir, wie in Abschnitt 1 bereits begründet, das *Customer Equity*  $CE$  ( $\in \mathbb{R}$ ), wobei im Modell lediglich der relevante Teil, nämlich der Customer Equity der betrachteten (homogenen) Kundengruppe, berücksichtigt wird. Diese Zielgröße wird direkt von der Anzahl der Bestandskunden und den damit verbundenen Ein- und Auszahlungen beeinflusst. Die angestrebte Minimierung des Verlusts an Customer Equity ergibt sich somit im Modell als Maximierung des Modellparameters Customer Equity.

Der als Zufluss modellierte Parameter *Umsatz*  $u$  ( $\in \mathbb{R}_0^+$ ), der sich aus der Anzahl der Bestandskunden pro Periode multipliziert mit dem Preis ergibt (siehe Modellgleichung (6)), erhöht das Customer Equity. Dabei liegt die Annahme zu Grunde, dass Umsätze sofort zahlungswirksam werden.

$$u(t) = BK(t) * p(t) \quad (6)$$

Im Gegensatz dazu reduzieren die beiden Abflüsse *Auszahlungen für Beschwerdelösungen*  $q$  ( $\in \mathbb{R}_0^+$ ) und die *sonstigen Auszahlungen*  $s$  ( $\in \mathbb{R}_0^+$ ) die Zielgröße Customer Equity. Während sich die Auszahlungen für Beschwerdelösungen aus der Multiplikation der Anzahl der Beschwerdeführer mit der Auszahlung pro Beschwerdelösung ergeben (Modellgleichung (7)),

$$q(t) = f(t) * b(t) \quad (7)$$

steht der Parameter *sonstige Auszahlungen* für alle Auszahlungen, die anfallen, um die Dienstleistung erbringen zu können. Dies beinhaltet sowohl die variablen Auszahlungen pro Kunde, als auch die Auszahlungen für die Leistungsbereitstellung, die der homogenen Kundengruppe insgesamt zuzurechnen sind. Diese Größe errechnet sich im Modell vereinfacht aus der Anzahl der Bestandskunden multipliziert mit den durchschnittlichen *sonstigen Auszahlungen pro Kunde*  $v$  ( $\in \mathbb{R}_0^+$ ).

$$s(t) = BK(t) * v(t) \quad (8)$$

Der Modellparameter *Zinssatz*  $z$  ( $\in [0, 1]$ ) entspricht den unternehmensintern festgelegten Opportunitätskosten, zu denen Kapital – und somit auch das Customer Equity – zu bewerten ist.

Modellgleichung (9) zeigt dementsprechend die Berechnung des realisierten Customer Equity zur Periode  $t$ .

$$CE(t) = (CE(t-1) + u(t) - q(t) - s(t)) * (1 + z(t)) \quad (9)$$

Damit verbunden ist eine Betrachtung des Zielkonflikts, inwieweit das verfügbare Kapital für Beschwerdelösungen ausgezahlt bzw. zu einem gegebenen Zinssatz anderweitig verwendet werden sollte.

## 4.2 Interpretation der Modellstruktur

Das Modell enthält einen negativen Regelkreis, der notationsgemäß durch ein Minuszeichen gekennzeichnet ist. Dieser impliziert ein zielsuchendes („goal-seeking“ [36] [37]) Systemverhalten, das sich – wie für die isolierte Analyse des Beschwerdeverhaltens gewünscht – aufgrund der einzigen Abflussgröße Kundenabwanderungsrate nur reduzieren kann: Von der Anzahl der Bestandskunden beschwert sich ein bestimmter Anteil. Diese Beschwerdeführer wandern entweder in der nächsten Periode zu Wettbewerbern ab oder nehmen die Dienstleistung der Unternehmung in Abhängigkeit davon, wie hoch die Beschwerdelösung definiert wird, erneut in Anspruch. An dieser Stelle tritt der Rückkopplungseffekt ein: Je geringer die Anzahl der Bestandskunden wird, desto weniger Beschwerden erhält das Unternehmen von unzufriedenen Kunden in zukünftigen Perioden. Somit sinkt die Anzahl der Beschwerdeführer.

Unter der Bedingung, dass die Modellparameter Preis, Anspruchssparameter und Beschwerdelösung konstant bleiben, impliziert die multiplikative Verknüpfung (siehe Modellgleichung (3)) also eine abnehmende Kundenabwanderungsrate. Dies bedeutet, dass in den ersten Perioden der Simulation absolut betrachtet, aufgrund der höheren Grundgesamtheit an Kunden mehr Bestandskunden abwandern als im weiteren Verlauf der Simulation. Welchen konkreten Wert die Anzahl der Bestandskunden am Ende der Simulation annimmt und wie sich dies auf die Minimierung des Verlustes an Customer Equity auswirkt, wird im folgenden Abschnitt untersucht.

## 4.3 Simulation des Modellverhaltens und Interpretation der Ergebnisse

Die für die Simulation verwendeten Parameterausprägungen für das Basisszenario sind in Tabelle 2 dargestellt und beruhen zunächst auf logischen Überlegungen der Autoren, um die Bedeutung der Kundenbeziehungsdauer klarer herauszustellen. Die Evaluation des Modells mit praxisnahen Daten folgt in Abschnitt 5.

**Tabelle 2: Definition der Parameter für das Basisszenario**

Parameter	Ausprägung
Bestandskunden BK	10.000 Kunden
Preis p	140,05 Euro
Sonstige Auszahlungen pro Kunde v	90,00 Euro
Erwartete Kundenbeziehungsdauer d	10 Monate
Anspruchssparameter a	40,0%
Beschwerderate r	5,0%
Zinssatz z	3,0%

Hieraus berechnet sich gemäß Gleichung (1) der CLV für einen Kunden der betrachteten Kundengruppe mit 476,99 Euro. Eine Simulation mit Vensim ergibt, dass bei einer optimalen Auszahlungshöhe für die Beschwerdelösung von 31,16 Euro das maximale Customer Equity in Höhe von 4,516 Mio. Euro erreicht wird.

In der Literatur gibt es Hinweise darauf, dass die Kundenbindungsdauer einen entscheidenden Einfluss auf den Unternehmenswert hat [31]. Somit liegt die Vermutung nahe, dass eine rein aggregierte Betrachtung eines einzelnen Kundenwerts als Hauptdeterminante für die Bestimmung der optimalen Auszahlung für eine Beschwerdelösung, wie Baker und Collier [4] sie vorschlagen, zu kurz greift.

Deshalb gilt es, eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Einflussparameter des CLVs vorzunehmen. Tabelle 3 zeigt, dass sich

ein (nahezu) gleicher CLV durch unterschiedliche Kombinationen von Kundenbeziehungsdauer, Zinssatz und Höhe des Netto-Cashflows (als Differenz aus Preis und sonstigen Auszahlungen pro Bestandskunde) ergeben kann. Die (optimale) Auszahlungshöhe für die Beschwerdelösung differiert jedoch.

**Tabelle 3: Veränderung der optimalen Auszahlungshöhe für die Beschwerdelösung bei ausgewählten Parametern**

Kundenbeziehungsdauer d (in Monaten)	Zinssatz z (in %)	Netto-Cashflow (p – v) (in Euro)	CLV <sup>1</sup> (in Euro)	Optimale Auszahlung b* (in Euro)
<b>Zinssatz und CLV konstant</b>				
10	3,0	50,05	476,99	31,16
20	3,0	30,04	476,96	45,82
60	3,0	16,63	476,87	85,50
120	3,0	14,29	476,90	104,26
<b>Kundenbeziehungsdauer und CLV konstant</b>				
10	3,0	50,05	476,99	31,16
10	5,0	54,69	476,99	35,37
10	10,0	66,76	476,97	46,72
<b>Netto-Cashflow und CLV konstant</b>				
10	3,0	50,05	476,99	31,16
20	10,0	50,05	476,15	97,08
60	11,7	50,05	477,27	140,04

Diese Ergebnisse indizieren, dass bei einer dynamischen Betrachtung eine reine Steuerung nach der Höhe eines als statisch betrachteten CLV nicht ausreichend ist. Dieser Befund hat nicht nur theoretische Implikationen in Bezug auf die Arbeiten von Baker und Collier [4], sondern auch praktische Auswirkungen auf die relevanten Inhalte analytischer Informationssysteme und damit verbunden auch Data Warehouses bzw. Data Marts für das Beschwerdemanagement, welche in Abschnitt 5 ausführlicher behandelt werden.

## 4.4 Sensitivitätsanalyse

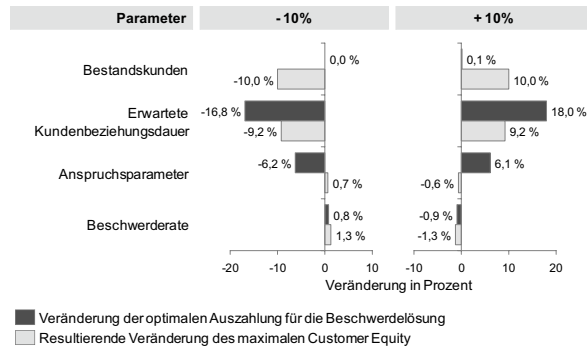
Abbildung 3 zeigt, wie sich sowohl die optimale Beschwerdelösung als auch das (bei Auszahlung der optimalen Beschwerdelösungshöhe resultierende) maximale Customer Equity verändern, wenn die untersuchten Kernparameter des Beschwerdemanagements im Vergleich zum in Abschnitt 4.3 definierten Basisszenario um 10 % erhöht bzw. verringert werden, ohne die übrigen Parameter zu verändern (ceteris-paribus-Betrachtung).

Das Modell reagiert also unterschiedlich „sensibel“ auf eine Veränderung der vier abgebildeten Parameter.

Die Anzahl der *Bestandskunden* wurde zur Überprüfung der Modelllogik aufgenommen. Da Interdependenzen innerhalb der homogenen Kundengruppe ausgeschlossen sind, muss sich das Customer Equity proportional zur Anzahl der Bestandskunden entwickeln. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse bestätigen dies. Die Abweichung von 0,1 % bei der optimalen Beschwerdelösung lässt sich durch Rundungsfehler erklären.

<sup>1</sup> Aufgrund der Anforderung ganzzahliger Perioden und eines auf zwei Nachkommastellen beschränkten Netto-Cashflows ergeben sich für den CLV geringfügige Abweichungen von dem angestrebten Wert von 477,00 Euro.





**Abbildung 3: Sensitivitätsanalyse mit Auswirkungen auf die Kernparameter**

Den stärksten Einfluss auf das Simulationsergebnis übt eine Veränderung der *erwarteten Kundenbeziehungsdauer* aus. Diese ruft eine überproportionale Anpassung der Auszahlung für die optimale Beschwerdelösung und eine (nahezu) proportionale Anpassung des Customer Equity hervor. Letztere lässt sich durch eine veränderte Einzahlungsdauer des Netto-Cashflows (abzüglich Zinseffekte und Abwanderungsrisiko) erklären. Die überproportionale Veränderung der Auszahlung für die Beschwerdelösung ist hingegen überraschend und betont die Bedeutung der Kundenbeziehungsdauer.

Der *Anspruchsparameter* beeinflusst vor allem die Auszahlungshöhe der Beschwerdelösung, jedoch kaum – eine optimale Wahl der Auszahlung für die Beschwerdelösung vorausgesetzt – die maximale Höhe des Customer Equity (+0,7 % bzw. -0,6 %). Eine Änderung des Anspruchsniveaus führt also vor allem (wie in Abbildung 2 dargestellt) zu einer Verschiebung der optimalen Kombination von Beschwerdelösungshöhe und resultierender Wiederkaufswahrscheinlichkeit.

Bez. einer Änderung der *Beschwerderate* erweist sich das Simulationsergebnis als relativ robust, da sich Beschwerdelösung und Customer Equity um maximal 1,3 % ändern.

Die dargestellten Ergebnisse sind insbes. vor dem Hintergrund einer Operationalisierung des Simulationsmodells durch „Befüllung“ der Modellparameter mit in Unternehmen verfügbaren Daten relevant.

## 5. EVALUATION

Nachdem der Lösungsbeitrag zur Ermittlung einer optimalen Auszahlung für Beschwerdelösungen im Sinne der wertorientierten Unternehmensführung vorgestellt wurde, gilt es nun zu evaluieren, inwiefern er die in Abschnitt 1.2 formulierten Anforderungen und damit auch Kriterien der wissenschaftlichen Relevanz („rigor“) sowie der praktischen Relevanz („relevance“) erfüllt.

### Anforderung (1) Anwendbarkeit auf eine Klasse von Problemen

Das vorgestellte Simulationsmodell beinhaltet keine branchenspezifischen Restriktionen, sodass es grundsätzlich generisch auf verschiedene Arten von Dienstleistungen anwendbar ist, etwa Finanz-, Kommunikations- oder Informationsdienstleistungen. Eingeschränkt wird die Anwendbarkeit durch die Annahmen, die dem Modell zu Grunde liegen, etwa hinsichtlich des periodischen pauschalpreisorientierten Erlösmodells. Jedoch lassen sich auch dazu noch immer mehrere Szenarios finden, bei denen dies in der Praxis gegeben ist, z. B. bei Kreditkarten, Mobilfunktarifen oder Abonnements von Medien (Zeitungen, Zeitschriften, Fernsehen).

Entscheidend für die Anwendbarkeit ist darüber hinaus, dass die relevanten Eingabeparameter bekannt sind. Tabelle 4 beinhaltet eine Einschätzung der Datenverfügbarkeit, welche im Folgenden durch einen Exkurs zu einem praktischen Anwendungsbeispiel aus der Mobilfunkbranche untermauert wird.

**Tabelle 4: Einschätzung der Datenverfügbarkeit**

Parameter	Verfügbarkeit pro Kundengruppe	Herkunft	Beschreibung möglicher Ansatzpunkte
Bestandskunden BK	Hoch	Vertrieb	Kundensegmentierung anhand Umsatz- und/oder Deckungsbeitragsanalysen
Preis p	Hoch	Vertrieb	
Sonstige Auszahlungen pro Kunde v	Hoch	Rechnungswesen	Variable Kosten, Informationen über Zuordnung von Gemeinkosten
Erwartete Kundenbeziehungsdauer d	Mittel	Marketing	Historische Erfahrungswerte, Statistische Auswertungen, Berücksichtigung von Kundenalter und/oder Dauer des Produktlebenszyklus
Anspruchsparameter a	Mittel	Marketing	Marktstudien zur Kundenloyalität, Verhalten von Wettbewerbern
Beschwerderate r	Mittel	Kundendienst	Aus Anzahl an Anrufen (Call Center), Emails und persönlichen Beschwerden ermittelbar
Zinssatz z	Hoch	Finanzen	Unternehmensintern vorgegebener, zu verwendende Kalkulationszins (z. B. WACC)

### Exkurs: Anwendungsbeispiel aus der Mobilfunkbranche

Bereits im Jahr 2009 wurden 2,6 Mio. Mobilfunkkarten ausschließlich für die Datenübertragung verwendet [6]. Diese Zahl hat sich nach jüngsten Einschätzungen mittlerweile deutlich erhöht [28] [39]. Da UMTS-Datentarife häufig nicht volumenbasiert, sondern über sogenannte Flatrates vertrieben werden, die derzeit preislich zwischen 19,90 Euro und 39,95 Euro liegen und zunehmend zum Monatsende gekündigt werden können [38], liegt in diesem Bereich ein pauschalpreisorientiertes Erlösmodell vor.

Für die Darstellung der Minimierung des Wertverlustes durch abwandernde Kunden betrachten wir im Folgenden ausschließlich den Teil der Kunden, der lediglich über das Produkt UMTS-Datenflatrate verfügt. Auch wenn diese Annahme zunächst restriktiv erscheinen mag, beeinflusst sie nicht die Anwendbarkeit auf mehrere Produkte, sondern dient an dieser Stelle der besseren Verständlichkeit.

Für unser Anwendungsbeispiel gehen wir von einem Unternehmen mit 25 % Marktanteil bei Kunden mit mobiler Internetnutzung per Notebook und UMTS aus. 10 % dieser Kunden besitzen ausschließlich eine UMTS-Flatrate mit monatlicher Kündigungsfrist. Gemäß [33] und [28] entspricht dies etwa 65.000 Kunden. Den konstanten monatlichen Einzahlungen je Kunde von 20,00 Euro stehen sonstige Auszahlungen in Höhe von 18,00 Euro gegenüber. Weiterhin wird von einem branchenüblichen Kalkulationszinssatz von 8 % [11] sowie einer kundengruppenunabhängigen

gen Beschwerderate von 1 % und einem Anspruchsniveau von 40 % ausgegangen.

Die 65.000 Kunden lassen sich anhand sozio-demographischer Faktoren und unternehmensintern verfügbarer Daten mittels Data-Mining-Techniken, wie bspw. Clusteranalysen, in fünf homogene Kundengruppen einteilen, deren erwartete verbleibende Kundenbeziehungs-dauer wie in Tabelle 5 dargestellt variiert.

**Tabelle 5: Anwendungsbeispiel Mobilfunkunternehmen**

Kundengruppe	1	2	3	4	5
Bestandskunden	3.800	10.200	16.500	14.800	19.700
Erwartete Kundenbeziehungs-dauer (in Monaten)	12	24	36	48	60
Optimale Beschwerdelösung b* (in Euro)	0,82	2,65	5,18	8,24	11,76
Customer Equity bei Wahl von b* (in Euro)	94.292	471.609	1.132.000	1.345.000	2.236.000
Customer Equity bei Wahl von b = 5,00 Euro (in Euro)	93.816	470.676	1.132.000	1.330.000	2.168.000

Durch Anwendung des Simulationsmodells ergeben sich – aufgrund der starken Bedeutung der verbleibenden Kundenbeziehungs-dauer – deutliche Unterschiede für die Wahl der optimalen Auszahlung für die Beschwerdelösung. Der hierdurch realisierbare Customer Equity weicht in Summe um 84.409 Euro von einer pauschalen Beschwerdelösung für alle Kunden in Höhe von 5,00 Euro ab.

#### **Anforderung (2) Innovativer Beitrag zu publizierten Wissens-stand**

Die Ergebnisse der Literaturrecherche in Abschnitt 2 ergaben, dass bisher kein Lösungsbeitrag existiert, der die drei spezifischen Anforderungen aus Abschnitt 1.2 erfüllt: (A) monetäres Ergebnis für die Beschwerdelösung, (B) transparenter Beitrag zur wertorientierten Unternehmensführung und (C) Berücksichtigung dynamischer Effekte.

Das hier entwickelte Simulationsmodell erfüllt diese Anforderungen und leistet somit einen Beitrag zur Erweiterung des Wissensstands.

*Ad Anforderung (A):* Das Modell liefert als Ergebnis monetäre Werte für die optimale Auszahlungshöhe für Beschwerdelösungen unter Berücksichtigung des Customer Equity als Zielgröße.

*Ad Anforderung (B):* Die Zielvariable Customer Equity kann, wie in Abschnitt 1.1 belegt, als Messgröße für den Unternehmenswert herangezogen werden. Alle direkten und indirekten Wirkungsbeziehungen darauf sind durch kausale Beziehungen im Flussdiagramm (Abbildung 1, mit + bzw. - gekennzeichnet) im Sinne der transparenten Repräsentation eines mentalen Entscheidungsmodells offengelegt.

*Ad Anforderung (C):* Das Modell berücksichtigt die in Abschnitt 4.2 beschriebenen dynamischen Effekte. Es konnte sogar gezeigt werden, dass bisher publizierte analytische Ansätze wie [4] in bestimmten Fällen zu undifferenziert sind. Denn die Simulationsergebnisse in Abschnitt 4.3 offenbaren, dass es erforderlich sein kann, den Kundenwert nicht pauschal als Parameter zu verwenden,

sondern dass die differenzierte Berücksichtigung der CLV-Elemente, insbes. die verbleibenden Kundenbeziehungs-dauer, das Ergebnis mitunter stark beeinflusst.

#### **Anforderung (3) Begründete Nachvollziehbarkeit und Validierbarkeit**

Der vorgestellte Lösungsbeitrag bezieht sich auf ein sozio-technisches System mit einer hohen Zahl an Faktoren, die eine deterministische Lösung faktisch ausschließen. Das Simulationsmodell ist somit naturgemäß nicht formal beweisbar.

Da derartige Probleme typisch für die Wirtschaftsinformatik sind, ist hier die Akzeptanz von Artefakten durch Experten, die den Stand der Wissenschaft und Praxis kennen, anhand der vorgelegten Begründung oder auf Basis ihrer Implementierung (z. B. Markterfolg) von der wissenschaftlichen Gemeinschaft anerkannt [30].

Die in Kapitel 4 beschriebene Konstruktion des Simulationsmodells stützt sich auf den publizierten Wissensstand bzw. darauf aufbauende Argumentation und sollte somit für eine Fachfrau bzw. einen Fachmann auf dem Gebiet der Wirtschaftsinformatik intersubjektiv nachvollziehbar sein.

Ein weiterer Schritt in Richtung Validierung durch Markterfolg einer Implementierung wäre die Anwendung des Simulationsmodells in einer Multi Case Study nach [42]. Hierbei werden verschiedene Unternehmensbereiche dahingehend verglichen, wie sich deren Wertbeitrag über mehrere Jahre hinweg entwickelt, wenn in einem Unternehmensbereich die Ergebnisse des Simulationsmodells strikt angewendet werden und im Vergleichsbereich wie bisher über Beschwerdelösungen entschieden wird. Eine Aufspaltung eines homogenen Kundensegments in eine Test- und eine Vergleichsgruppe ist zwar ebenfalls denkbar, dürfte sich aber aufgrund der Ungleichbehandlung gleichwertiger Kunden in der Praxis als problematisch erweisen. Abgesehen davon, dass belastbare Ergebnisse dazu frühestens in ca. drei bis fünf Jahren vorliegen können, ist zu bedenken, dass auch derartige Untersuchungen durch Umwelteinflüsse, etwa Modeerscheinungen bei Kundenpräferenzen, und Probleme hinsichtlich einer verursachungsgerechten Zuordnung von Erlösen verfälscht sein können.

#### **Anforderung (4) Künftiger Nutzen für Anspruchsgruppen**

Der Beitrag hat sowohl theoretische Implikationen (für die Anspruchsgruppe Wissenschaftler) als auch praktische Implikationen (primär für die Anspruchsgruppe Entscheidungsträger für das Beschwerdemanagement in Dienstleistungsunternehmen).

##### *Theoretische Implikationen*

Wie in diesem Abschnitt bei Anforderung (2 C) diskutiert, konnte die Simulation zeigen, dass eine differenzierte Berücksichtigung der Parameter bei der Kundenwertberechnung zu anderen Ergebnissen führen kann als in der Literatur bisher publiziert. Dies indiziert, dass das Thema „optimale Auszahlungshöhe für eine wertorientierte Beschwerdelösung“ noch nicht erschöpfend erforscht ist, insbes. wenn man dynamische Effekte nicht generell ausblendet.

Eine gerade im Zuge des starken Wachstums von Online Social Networks spannende Erweiterung in diesem Kontext ist die vertiefte Untersuchung der Zusammenhänge von sogenannten Mund-zu-Mund-Propaganda-Effekten („Word of Mouth effects“) mit der optimalen Beschwerdelösung. Hierzu gibt es zwar erste rudimentäre Ansätze wie [25], die jedoch auf Basis des hier vorgeschlagenen Simulationsmodells fundierter ausgestaltet werden können.

Darüber hinaus lassen insbes. die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse Rückschlüsse auf die Bedeutung von Kennzahlen für das Beschwerdemanagement und damit für die Informationsbedarfsanalyse in diesem Anwendungsbereich zu. Somit konnte gezeigt werden, dass System-Dynamics-Simulationen nicht nur in der Phase der betriebswirtschaftlichen Entscheidungsunterstützung, sondern auch bei der Informationsbedarfsanalyse zur Entwicklung von Data Warehouses bzw. Data Marts methodisch hilfreich sind. Auch dies bietet Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeiten.

Das vorgestellte Modell lässt sich zudem flexibel anpassen und erweitern, z. B. um den Anstieg der Beschwerderate durch opportunistisches Kundenverhalten bei Erhöhung der Beschwerdeauszahlung oder erhöhtes Loyalitätsverhalten nach einer zufriedenstellend gelösten Beschwerde. Dies stellt einen Vorteil zu eher restriktiven analytischen Modellen dar und erleichtert die Übertragbarkeit für und Umsetzbarkeit in der Praxis.

#### *Praktische Implikationen*

Das Modell hilft Entscheidungsträgern zu verstehen, welche Auswirkung Veränderungen externer Kennzahlen, wie Beschwerderate oder Anspruchparameter, im Gegensatz zu unternehmensinternen Faktoren, wie der angesetzte Kalkulationszinssatz, auf die optimale Auszahlungshöhe der Beschwerdelösung haben.

Auch lassen sich aus dem Modell die relevanten Kennzahlen zur Anreizsetzung für Entscheidungsträger außerhalb des Beschwerdemanagements motivieren, da z. B. eine durch erhöhte Kundenloyalität begründete verlängerte Kundenbeziehungsdauer messbar zur Unternehmenswertsteigerung beiträgt. Eine Veränderung des Anspruchparameters hingegen hat keine wesentliche Veränderung des Customer Equity zu Folge – sofern die Auszahlungshöhe der Beschwerdelösung gemäß dem vorgeschlagenen Modell angepasst wurde.

## **6. KRITISCHE WÜRDIGUNG UND AUSBLICK**

Trotz vielversprechender Erkenntnisse enthält der vorgestellte Beitrag auch Limitationen: Erstens wird im Modell nur je eine homogene Kundengruppe pro Simulationslauf untersucht, was nur eine sehr isolierte Betrachtung der Auswirkungen auf den Customer Equity zulässt. Auch werden Wechselwirkungen zwischen Kundengruppen nicht berücksichtigt. Zweitens existieren im Kundenbindungsmanagement zahlreiche weitere Einflüsse, die für die Veränderung der Kundenanzahl verantwortlich sind (z. B. Neukundenakquisition durch Marketing) und im Sinne einer ganzheitlichen Modellierung berücksichtigt werden sollten, um einer potentiellen „Fehlsteuerung“ bei Optimierung von Einzelaspekten entgegenzuwirken. Drittens beruhen Modell und Erkenntnisse auf fixen Werten. Die verwendete Methodik lässt jedoch Raum für die Integration von Verteilungen zur Abbildung von realitätsnahen Schwankungen (z. B. bei der Abwanderungsrate) und/oder Entwicklungen (z. B. kontinuierliche Preiserosion aufgrund von steigendem Wettbewerbsdruck). Viertens wird der Einfluss einer Preisänderung auf das Absatzvolumen (also die Kundenanzahl) vernachlässigt, kann aber prinzipiell mittels einer Preis-Absatz-Funktion integriert werden.

Das hier vorgeschlagene Simulationsmodell zur Bestimmung der Auszahlungshöhe für die Beschwerdelösung im Dienstleistungsbereich ist also als rudimentäre Diskussionsgrundlage für weitere Forschungsarbeiten zu verstehen, das Grundzusammenhänge aufzeigt. Daher ist es das Ziel, durch folgende Maßnahmen dieses Initial-Modell schrittweise der Realwelt weiter anzunähern: (1)

Weiterführende Evaluation der Modellstruktur und der Annahmen durch Fallstudienforschung, (2) Relaxierung der Annahmen und (3) Erweiterung des Fokus.

Ad (1) Es bestehen Kontakte zum Beschwerdemanagement bei einem PC-Hersteller sowie bei einem Online-Händler. Das Ziel besteht darin, in den Unternehmen das Modell in ausgewählten Unternehmensbereichen zu implementieren und die Resultate mit Unternehmensbereichen, in denen es nicht eingesetzt wurde, zu vergleichen.

Ad (2) Dem Modell liegen mehrere restriktive bzw. vereinfachende Annahmen zu Grunde, etwa, dass die Wiederkaufswahrscheinlichkeit bei einer Auszahlung für die Beschwerdelösung, die mindestens gleich dem Preis für die Dienstleistung ist, 100% beträgt, ein periodisches Erlösmodell vorliegt und der Anteil von Kunden, die eine opportunistische Strategie verfolgen, vernachlässigbar ist. Derartige Annahmen sollen soweit wie möglich relaxiert werden.

Ad (3) Darüber hinaus existieren zahlreiche weitere Einflussfaktoren, die im Umfeld des Beschwerdemanagements das Customer Equity beeinflussen. Ein Bereich, der insbes. durch die dynamische Entwicklung von sogenannten Online Social Networks an Bedeutung gewinnt, sind Mund-zu-Mund-Propaganda-Effekte. Somit mögen neben dem Kundenwert und dessen Berechnungselementen die Art und Stärke der Vernetzung (Stellung) eines Kunden in sozialen Netzwerken die Auszahlung für Beschwerdelösungen erheblich beeinflussen. Das Ziel ist es, solche und weitere Effekte im Sinne eines Modulkonzepts so an das hier vorgestellte Basis-Modell anzubinden, dass jedes Modul idealerweise autonom verfeinert werden kann, ohne Änderungen in anderen Modulen zu verursachen.

## **7. LITERATUR**

- [1] Andreassen, T. 1999. What drives customer loyalty with complaint resolution? *Journal of Service Research* 1, 4, 324-332.
- [2] Arens, T. 2004. *Methodische Auswahl von CRM-Software: ein Referenz-Vorgehensmodell zur methodengestützten Beurteilung und Auswahl von Customer Relationship Management Informationssystemen*. Cuvillier, Göttingen.
- [3] Bain, P., Watson, A., Mulvey, G., Taylor, P. und Gall, G. 2002. Taylorism, targets and the pursuit of quantity and quality by call centre management. *Technology, Work and Employment* 17, 3, 170-185.
- [4] Baker, T. und Collier, D. 2005. The Economic Payout Model for Service Guarantees. *Decision Sciences* 36, 2, 197-220.
- [5] Bitran, G. und Mondschein, S. 1997. A comparative analysis of decision making procedures in the catalog sales industry. *European Management Journal* 15, 2, 105-116.
- [6] Bundesnetzagentur (Hrsg.) 2009. *Tätigkeitsbericht 2008/2009 Telekommunikation*. 2010-08/02. [http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/143490/publicationFile/1111/TaetigkeitsberichtTK20082009\\_I\\_d17897pdf](http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/143490/publicationFile/1111/TaetigkeitsberichtTK20082009_I_d17897pdf).
- [7] Bundesregierung (Hrsg.) 2008. *Dienstleistungen in Deutschland*. 2010-07/22. <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Magazine/MagazinWirtschaftFinanzen/063/s-a-dienstleistungen-in-deutschland.html>.

- [8] Fornell, C. und Wernerfelt, B. 1987. Defensive Marketing Strategy by Customer Complaint Management: A Theoretical Analysis. *Journal of Marketing Research* 24, 4, 337-346.
- [9] Forrester, J. 1971. *Principles of Systems*. Wright-Allen, Cambridge.
- [10] Forrester, J. 1994. System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR. *System Dynamics Review* 10, 10, 245-256.
- [11] Funnell, J. und George, D. 2010. Equity Research - Deutsche Telekom. *Credit Suisse*. Analysten-Report, 24. März 2010.
- [12] Fürst, A. 2005. *Beschwerdemanagement: Gestaltung und Erfolgsauswirkungen*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [13] Gupta, S. und Lehmann, D. 2003. Customers as Assets. *Journal of Interactive Marketing* 17, 1, 9-24.
- [14] Hart, C. 1988. The Power of Unconditional Service Guarantees. *Harvard Business Review* 66, 4, 54-62.
- [15] Hart, C., Heskett, J. und Sasser, W. 1990. The profitable art of service recovery. *Harvard Business Review* 68, 4, 148-156.
- [16] Heidemann, J., Kamprath, N. und Görz, Q. 2009. Customer Lifetime Value - Entwicklungspfade, Einsatzpotenziale und Herausforderungen. *Journal für Betriebswirtschaft* 59, 4, 183-199.
- [17] Hirschman, A. 1970. *Exit, Voice, and Loyalty*. Harvard University Press, Cambridge.
- [18] Hogreve, J. und Gremler, D. 2009. Twenty years of service guarantee research: a synthesis. *Journal of Service Research* 11, 4, 322-343.
- [19] Homburg, C. und Fürst, A. 2007. Beschwerdeverhalten und Beschwerdemanagement - Eine Bestandsaufnahme der Forschung und Agenda für die Zukunft. *Die Betriebswirtschaft* 67, 1, 41-74.
- [20] Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F. und Tsuji, S. 1984. Attractive quality and must-be quality. *The Journal of the Japanese Society for Quality Control* 14, 2, 39-48.
- [21] Kumar, V. und George, M. 2007. Measuring and maximizing customer equity: A critical analysis. *Journal of the Academy of Marketing Science* 35, 2, 157-171.
- [22] Liu, J., Kang, J., Bai, Y. und Zhang, X. 2006. The Study of Customer Complaints Management Based on System Dynamics: Modeling and Simulation. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning and Cybernetics* (Dalian, China, 13.-16. August 2006). 2040-2046.
- [23] Mattern, F. 1996. Modellbildung und Simulation. In *Informatik: Grundlagen-Anwendungen-Perspektiven*, Wilhelm, R. Eds. C.H. Beck, München, 56-64.
- [24] Mattila, A. und Wirtz, J. 2004. Consumer complaining to firms: The determinants of channel choice. *The Journal of Services Marketing* 18, 2/3, 147-155.
- [25] Meier, M. und Reinwald, D. 2010. A System Dynamics Approach to Value-based Complaint Management Including Repurchase Behavior and Word of Mouth. In *Proceedings of the 18th European Conference on Information Systems (ECIS)* (Pretoria, Südafrika, 06.-09. Juni 2010).
- [26] Mertens, P. 1999. Operiert die Wirtschaftsinformatik mit den falschen Unternehmenszielen? - 15 Thesen. In *Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie*, Becker, J., König, W., Schütte, R., Wendt, O. und Zelewski, S. Eds. Gabler, Wiesbaden, 379-392.
- [27] Mittal, V. und Kamakura, W. 2001. Satisfaction, repurchase intent, and repurchase behavior: investigating the moderating effect of customer characteristics. *Journal of Marketing Research* 38, 1, 131-142.
- [28] Mohr, N., Sauthoff-Bloch, A., Alt, M., Schultz, K. und Derksen, J. 2010. "Mobile Web Watch"-Studie 2010. 2010-07/22. [http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/1DDC7A71-5693-446F-82EB-F57F5DDA1210/0/Accenture\\_Mobile\\_Web\\_Watch\\_2010.pdf](http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/1DDC7A71-5693-446F-82EB-F57F5DDA1210/0/Accenture_Mobile_Web_Watch_2010.pdf).
- [29] Oliver, R. 1980. A cognitive model for the antecedents and consequences of satisfaction. *Journal of Marketing Research* 17, 4, 460-469.
- [30] Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D., Krcmar, H., Loos, P., Mertens, P., Oberweis, A. und Sinz, E. J. 2010. *Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik*. 2010-08/18. [http://www.dke.at/fileadmin/DKEHP/Repository/Memorandum\\_GWI\\_2010-03-08.pdf](http://www.dke.at/fileadmin/DKEHP/Repository/Memorandum_GWI_2010-03-08.pdf).
- [31] Reichheld, F. und Sasser, W. 1990. Zero defections: Quality comes to services. *Harvard Business Review* 68, 5, 105-111.
- [32] Smith, A., Bolton, R. und Wagner, J. 1999. A model of customer satisfaction with service encounters involving failure and recovery. *Journal of Marketing Research* 36, 3, 356-372.
- [33] Statistisches Bundesamt 2009. *Wirtschaftsrechnungen: Private Haushalte in der Informationsgesellschaft - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien 2009*. 2010-08/16. <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1025075>.
- [34] Stauss, B. und Seidel, W. 2007. *Beschwerdemanagement: Unzufriedene Kunden als profitable Zielgruppe*. Hanser, München.
- [35] Stauss, B. und Seidel, W. 2008. Discovering the "customer annoyance iceberg" through evidence controlling. *Service Business* 2, 1, 33-45.
- [36] Sterman, J. 2000. *Business Dynamics – Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill/Irwin, Boston.
- [37] Sweeney, L. und Sterman, J. 2007. Thinking about systems: student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review* 23, 2-3, 285-311.
- [38] Telespiegel.de 2010. *UMTS Flatrate - Daten-Flatrate für das mobile Internet*. 2010-07/22. <http://www.telespiegel.de/handy/umts-flatrate.php>.
- [39] van Damme, N., Illek, C. und Dannenfeldt, T. 2010. *Deutsche Telekom Investor Day. Germany*. 2010-08/03. [http://www.download-telekom.de/dt/StaticPage/83/3/48/dtag\\_investorentag\\_presentation\\_van\\_damme.pdf\\_833748.pdf](http://www.download-telekom.de/dt/StaticPage/83/3/48/dtag_investorentag_presentation_van_damme.pdf_833748.pdf).
- [40] Wilde, T. und Hess, T. 2007. Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik - Eine empirische Untersuchung. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 49, 4, 280-287.
- [41] Wolstenholme, E. 2003. Towards the definition and use of a core set of archetypal structures in system dynamics. *System Dynamics Review* 19, 1, 7-26.
- [42] Yin, R. 2009. *Case Study Research. Design and Methods*. Sage, Thousand Oaks.

# Service-based Integration of IT-Innovations in Customer-Bank-Interaction

Till Möwes  
University of Leipzig  
moewes@wifa.uni-leipzig

Thomas Puschmann  
Direct Management Institute St.Gallen  
thomas.puschmann@dmisg.ch

Rainer Alt  
University of Leipzig  
alt@wifa.uni-leipzig.de

## ABSTRACT

Numerous information technology (IT)-based innovations from automated teller machines to electronic banking have already changed the customer-bank-interaction. Banks learned that these innovations require close integration with the existing channels, processes and systems in the front as well as in the backend. In view of a still dynamic pace of technological evolution, this research provides an overview of existing innovations in banking which have more recently spread especially in Germany and Switzerland. Based on these examples a framework is developed for vertically and horizontally integrating these innovations in existing architectures in banking.

## Keywords

Services, integration, banking, architecture, IT-Innovation, customer-bank-interaction

## 1. INTRODUCTION

With the emergence of modern IT, the interaction between banks and their customers has changed substantially over the last decades. Among the examples are well-established technologies, such as automatic teller machines (ATMs), online banking (e-banking), and straight through processing (STP) as well as others which have not (yet) seen adoption on a large scale, such as electronic cash (e-cash) or electronic bill presentment and payment (EBPP). At least the former have made inroads into the entire industry and changed the way how consumers and organizations conduct their financial tasks. However, new technologies, such as multi-touch interfaces, ever increasing bandwidth and cloud computing solutions, many innovations are still evolving and about to change the customer-bank-interaction.

Recent studies have emphasized that the new technological potentials also impact the customer requirements and thus provide new challenges for banks. For example, participants in a study among Swiss private clients explicitly advocated more IT-based advisory in order to ensure dependable quality of services [57]. Increasingly, customers desire hybrid forms of interaction with electronic and mobile communication channels slowly outweighing the importance of branch offices. The emergence of a technologically adept young generation of customers, the so-called ‘digital natives’, even strengthens this development.

According to another recent study, 67% of financial services professionals expect that electronic channels will gain in importance until 2015 while only 5% of them expect the same for branch offices [3]. New players, such as Fidor Bank in Germany [34] with its community banking approach or ASB Bank in New Zealand, offering a Facebook-based advisory service, force established banks to develop new or adapt existing strategies to these changing market requirements. Beside this, infrastructure developments such as long term evolution (LTE) telephony [39], mobile contactless payments through nearfield communication technology, and new application developments, such as community banking or smartphones equipped with interactive video communication, are still in a premature stage and hardly adopted by banks.

Based on the expectation that new IT-enabled innovations<sup>1</sup> will spread in the financial industry, this research aims to provide a structured model for their integration into the existing architecture of banks. This includes aligning these technologies with the existing customer-facing (downstream) interaction channels on the one hand and integrating them with the value chain processes in the back office and the interbank sector on the other. For this purpose, this research first surveys existing IT-based innovations which have emerged in customer-bank-interaction. Innovations shape industries in certain directions, sometimes on a small scale, sometimes on a larger one. These directions are referred to as trends in this research and derived from the innovation examples. They are used to derive requirements for banking architectures in the third chapter which are used to assess the current state of the art banking architectures in literature and practice and to propose an architecture framework which distinguishes four key integration dimensions. A summary and outlook in the fifth chapter closes this research.

## 2. INNOVATIONS IN CUSTOMER-BANK-INTERACTION

### 2.1 Innovations in Customer-Bank-Interaction

Being a service business, banking consists of immaterial products which customers may use via physical as well as virtual channels. Although business models, such as internet banks, have developed which focus on a single channel only, most banks pursue a more or less sophisticated multi channel approach that enables customers (and banks) to select the appropriate interaction channel. Interaction generally means that two or more parties orientate their verbal or non verbal actions towards each other,

<sup>1</sup> As inventions can quickly become innovations and differentiation often is difficult, we solely use the term ‘innovation’ in this article, also including ‘inventions’.

with actions and reactions being interdependent [23]. In banking, these parties on the customer side are typically retail, private and corporate clients. Banks in turn, interact with these customer segments using various processes and channels. The former are the front office processes which may be divided in the four categories shown in table 1: advisory and sales, payments, investments and financing as well as cross-functional processes, such as financial planning [28]. The latter comprise the established channels in banking, such as banking at the point of sales (POS), such as stores, the branch office, online banking (e.g. in companies and homes), and mobile banking.

**table 1: innovations in customer-bank-interaction channels**

Front office process areas	Channel	Examples
Advisory and Sales	Branch	Advisory dialogue with interactive touch screen (e.g. multi-touch Surface table at Q110); partly automated document capture and processing (e.g. Digipen)
	Online	Interactive video communication (e.g. WebDesk at Nykredit Bank; finance news subscription; e-loyalty (e.g. studienkredite.de); virtual bank branch (e.g. Second Life); mass customization (e.g. DZ Bank); Community-based advisory (e.g. ASB Bank)
	Mobile	Mobile marketing (e.g. Raiffeisenbank Information Services); finance news subscription
Payments	Point of Sale	Payments institution (e.g. Montrada)
	Online	Virtual credit card (e.g. Wirecard); online payment systems (e.g. PayPal); alternative currency (e.g. Linden Dollars, Facebook); electronic bill processing (e.g. VR-Rechnungs-service, SIX Paynet, PostFinance E-Rechnung)
	Mobile	Multi-banking-capable payment application (e.g. iOutBank); contactless payment via near field communication technology (e.g. cooperations Apple/Visa, Nokia/O2 Telefonica); intelligent wallet (e.g. Proverbial Wallet)
Investments and financing	Branch	Multimedia platform with news and videos (e.g. Bloomberg, Thomson Reuters)
	Online	Community banking (e.g. Fidor Bank); bankless banking (e.g. Smava); credit management (e.g. KM3 of S&N); financial management (e.g. Kontoblick, Thrive, iPlanner)
	Mobile	Mobile financial planning (e.g. iPlanner, Budget); mobile brokerage (e.g. Cortal Consors)
Cross-functional	Branch	Financial planning- and risk profiling-application to adjust customer needs and investment strategy in advisory (e.g. FinaMetrica, struktur AG)
	Online	Electronic ID (e.g. BankID); comparison platform (e.g. ciao.de, openforum.com)
	Mobile	SMS-security procedure (e.g. Credit Suisse); smartphone app (e.g. Postbank iBanking, PayPal Mobile App, VR Banken Filialfinder App)

To address the question regarding innovative IT-enabled solutions, more than 60 examples were analyzed and trends for the future ‘Point of Banking’ (POB) were derived. As table 1 shows, examples may be found for almost every interaction channel, front office process area, and customer segment.

Among the examples in *advisory and sales* are for example interactive touch screen interfaces in branch offices. Together with the customer, the bank advisor collaboratively shows and explains complex issues via visualization and simulation. For example, a structured investment product with leverage, underlying and repayment value could be displayed to clarify the functional correlations to the customer. Devices like the table-like

Microsoft Surface in the Q110-branch of Deutsche Bank can recognize objects (e.g. product brochures) that are applied on them and offer information such as performance indicators that are linked to these objects [59].

An example from the *payments* area is the virtual credit card, such as Wirecard. Unlike a normal credit card, the owner of a virtual credit card only receives data (credit card number, validation code, expiration date) but no physical card. They normally provide no credit and strictly speaking are prepaid / debit cards, but customers may pay in all online shops that accept MasterCard and they avoid financial obligations like annual fees [66].

In the area of *investments and financing*, ‘bankless banks’ are in essence online market places for peer-to-peer loans either between private persons or between corporations. Smava, for example, gives borrowers the chance to offer investment opportunities to possible lenders and lenders can access externally audited solvency ratings of potential borrowers. Although the business model is called ‘bankless’, in the case of Smava a bank is still involved in the background [10]. When borrower and lender(s) agree on a deal, BIW Bank hands out a loan to the borrower which is immediately sold to the actual lender. The (non-) bank earns fees, but makes no profit out of interest rate differentials and takes no credit risks. A ‘social return’ in line with the slogan ‘loans from human to human’ is a non-monetary incentive to participate.

Among the *cross-functional* innovations are technologies for identification management. These solutions are key to comply with the strict identification rules at the beginning of each customer-bank relationship. For example, the Norwegian BankID system lets Norwegians identify themselves with an electronic identification and signature system online and allows to sign documents digitally. Sweden has developed a BankID system which allows digital signatures that are legally binding in the European Community – a system similar to the one introduced in Germany in November 2010 [67]. BankID is available as chip card and as ‘soft certificate’ (access data stored on a server) [58].

## 2.2 Trends in Customer-Bank-Interaction

The examples above show that IT-innovations may be found in the important front office processes of banks. On an aggregate level, the following trends may be recognized in these examples:

*Trend 1 ‘Interactive ‘Point of Banking’ (POB)’.* This refers to a more active participation in the value creation processes of banking [5][15][52][64]. Vivid discussions in the web 2.0 platforms of community banking providers, such as Fidor [34], belong to this trend as well as the use of interactive touch screens [59]. Portable devices, e.g. tablet PCs and multi-touch tables or even larger touch-sensitive walls, create an interactive advisory process.

*Trend 2 ‘Mobile POB’.* This trend reflects the growing intelligence of mobile devices used by customers. It includes smartphones and mobile PCs [36] as well as intelligent objects, such as physical wallets (e.g. proverbial wallets). The actuators of proverbial wallets are connected to account transactions that trigger vibrations for example when receiving data about account movements [32]. Key in these solutions is the coordination with other customer-bank interaction channels.

*Trend 3 ‘Configurative POB’.* Developing individual financial products is part of the third trend. For example, a configurator



could be used to adapt terms, product parameters, personalized printing of credit cards, etc. [63]. Similarly, customers could download applications from alternative banking service providers via app-stores and even configure their own banking environment [13].

*Trend 4 'Integrated POB'.* This trend is based on the availability of real time information across the entire banking value chain. In principle, customers get access to the same information level as their advisor, which relieves the advisor of being involved in the transactional business. The transparency created through this integration requires a full consolidation of the information which comes from different providers, for instance through business intelligence technologies [42].

*Trend 5 'Multifunctional POB'.* Converging devices in customer-bank-interaction are shaping this trend. Although there is no 'dominant device' yet, it is imaginable that mobile phones will also work as customer- and credit cards or as a coupon-storage in the field of e-loyalty. Scanners at the POB could read barcodes or two-dimensional codes (e.g. QR-Code, Microsoft Tag) on the displays of mobile devices [49].

*Trend 6 'Open POB'.* Finally, changes in the industry structure of banking are to be expected. So-called non- or parabanks already capture approximately 10 percent of the total sales volume in financial services today [9]. Examples, such as payment institutions [43] or Smava show that new competitors intrude the banking market with their innovations and that customers no longer require banks for several services that once were thought of as traditional banking services. In the future, community providers, such as Facebook or Xing could also act as financial service providers.

In summary, the changing POB has a number of technological enablers which will fail to yield the possible impact when implemented in isolation from existing parts of a bank's business and system architecture. The named innovations require architectures which consider the trends mentioned above and are able to extend the scope of existing architectures in banks to horizontal and vertical integration dimensions. The following chapter provides an appropriate architecture for integrating IT-supported innovations in customer-bank-interaction.

### 3. ARCHITECTURE FOR INTEGRATING IT-SUPPORTED INNOVATIONS IN CUSTOMER-BANK-INTERACTION

To elaborate this architecture, the principles of design science were applied. Designing solutions for socio-technical systems belong to the essential research goals within the design- and application oriented discipline of business information systems [7][25][69]. Starting points of design science research in information systems (IS) are postulated performance attributes of an IS (e.g. requirements, such as described in section 3.2). Architectures are design science artefacts and part of the research agenda of business information systems. They are scientifically elaborated if they follow the postulates of originality, abstraction and explanation [20]. The proposed architecture in section 3.4 is original, as it is something new: the application of a proven modelling technique to a new situation. It is abstract as it is not tailored to a specific bank but intended to serve as a blueprint for banks that wish to be prepared to future changes in the field of customer-bank-interaction. The paper combines two restrictions

of design science. First, the architecture should not remain a theoretical construct, but a concept that may be applied and tested. Second, the research result should be relevant to 'real-world problems'. To achieve both goals (construction of artifacts and relevance for practice), the architecture developed in this article is based on a combined concept of 'action research' [27]. This research emerged in the context of a research consortium that consisted of 3 research institutes and 16 partner companies from the financial services value chain in Germany and Switzerland.

### 3.1 General Requirements

Architecture is defined as: "the fundamental organization of a system embodied in its components, their relationships to each other and to the environment and the principles guiding its design and evolution" ([30], 3) by ANSI/ IEEE. Architectures must not be merely technical or applied in the information technology domain. Therefore, Lankhorst speaks of enterprise architectures as "a coherent whole of principles, methods, and models that are used in the design and realization of an enterprise's organizational structure, business processes, information systems, and infrastructure" ([35], 3). The core utility of the explicating enterprise architectures is documentation and therefore transparency of the design object [1]. Winter and Fischer [65] argue that the most common layers and design objects of enterprise architecture are represented as the following:

- Strategic layer: Product / services, market segments, strategic company goals, strategic plans / projects, interaction with clients and suppliers
- Organizational layer: Sales channels, business processes, organizational units, roles / responsibilities, information flows, sites
- Integration layer: Applications, application domains, business services, IS functionalities, information objects, interfaces
- Software layer: software components, data structures
- IT infrastructure layer: hardware components, network components, software platforms

Through the integration of different layers, architectures are especially helpful when it comes to transformations. "Transformation means to restructure existing companies or create new ones", in order for e.g. the adaption of strategies to changing requirements ([48], 7). Changes in customer needs and therefore in customer behavior are named as a trigger for company transformations [47][62]. Transformations of banks which redefine their strategies are often too complex and significant to realize them uncoordinatedly, intuitively, and without methods [48]. An architecture, combined with repeatable transformation procedures and techniques, enables an engineering-like construction of enterprises and makes transformations manageable [48][50].

### 3.2 Banking-Specific Requirements

Based on existing approaches from business engineering and integrated application systems, this section suggests four architecture requirements which are more specific for the 'future POB' (see table 2).

**table 2: POB trends and architecture requirements**

Trends	Architecture requirements
--------	---------------------------

	Customer process orientation	Horizontal integration	Vertical integration	Service orientation
Trend 1 'Interactive Point of Banking (POB)'	Tighter integration of customers in banking processes, e.g. via collaborative design (co-creation) of solutions	Integration into back-end processes, banking software that uses the potentials of interactive devices	Suitable across all channels, but especially in personal advisory sessions, e.g. using Microsoft Surface technology	Service-oriented integration, re-use of services
Trend 2 'Mobile POB'	Mobile accessibility of services, exploitation of location-based services and mobile payment methods	Integration of mobile channel into mid- and / or back-end processes and systems. Collaboration with "mobile" providers like telcos, software developers, content creators, mobile payments experts	Integration of mobile channel with other channels, applications that run both online and on smartphones, like vanilla.ch	Service-based channel design, service contracts with providers
Trend 3 'Configurative POB'	Personalized products and processes / systems, configurators for mass-customized products	Standardized products and services e.g. via service catalogues, modularization	Homogeneous and personalized view across different channels for appropriate devices	Service-oriented design of products and services
Trend 4 'Integrated POB'	Personalized (near) real-time information	Integrated (near) real-time information across the entire value chain	Integrated (near) real-time information across all channels, standardized interfaces	Service-oriented reporting, integration of legacy systems with SOA
Trend 5 'Multifunctional POB'	Customer process-oriented design of applications, exploiting the full potential of different devices	Support of device independent services throughout the value chain	Device independent services on a variety of devices	Multifunctional service design, use of meta layers
Trend 6 'Open POB'	Customer-oriented design of service portfolio	Integration of internal and external services / providers like Smava or community platforms	Integration of channel-oriented services (e.g. external call center)	Service orientation as basis for integration of externals

### 3.2.1 Customer Process Orientation

Customer processes are those steps that customers take to satisfy a desire or to solve a problem, comprising all steps until the need is satisfied or the problem is solved [8].

**table 3: examples for customer processes according to customer segments [12][16][31]**

Retail	Private	Corporate
Retirement and pension	Entrepreneurship (e.g. family owned company, private equity, venture capital)	Sourcing and purchasing management
Housing	Generation-spanning processes, e.g. management succession	Production and materials management
Asset building	Liquidity management	Order management and quality assurance
Buying, leasing, maintaining vehicles	Societal activities (arts, sports, philanthropy)	Marketing, sales, and after sales management
Buying, maintaining long-living consumer goods and IT	International tax optimization and privacy protection	Human resources and infrastructure management
Travel planning	Aggregated view on personal assets and those that are bound in entrepreneurial ventures	Controlling and financial management
Education	Concierge and other family office processes	Corporate planning and diagnosis

Customer process orientation imposes high flexibility requirements on a bank and its architecture: The three classical segments retail, private, and corporate banking differ regarding customer behavior and services, but should base on similar application support in order to be efficient [5]. The reason for banks to live up to these requirements is that customer process orientation advances their abilities to solve customers' problems. A tighter integration of customers in banking processes, for example via collaborative advisory sessions, eventually leaves them with higher trust in the co-designed solution. Customer process orientation may also create value added if entire customer processes with all-in-one solutions are offered to customers [64]. Doing so, banks have the possibility to act as an integrator of various specialist providers [56]. Therefore, the requirement of customer process orientation is strongly interlinked with the requirement of horizontal integration of specialist providers.

### 3.2.2 Horizontal (Value Chain) Integration

Besides a consideration of customer processes, it is important to deal with the question which services are offered to the customer by the bank itself and which ones in cooperation with partners of the bank [38].

Horizontal integration [41] refers to forming a value chain of customers, banks, the service providers of banks, and the interbank sector. It can also be understood as the coordination of two parts: On the one hand, customer processes need to be aligned with the front office processes of banks which in turn need to be executed effectively and efficiently. Therefore, on the other hand, they have to be coordinated with back office processes, and moreover with partners in the value chain [14][68], like for example specialist providers or central banks. This kind of cooperation is also denoted as business networking, networked enterprise architecture [64], open finance [64] or finance network [14]. In the context of the observed innovations it is especially relevant for banks to decide if and how to collaborate with the emerging non-bank organization (e.g. Smava, montrade) at the front end and how to seamlessly change affected processes in the backend.



Horizontal integration can be motivated by the demand to support complex customer processes efficiently as the single point of contact to the customer while focusing on core competencies. Being the single point of contact throughout the whole customer process can be advantageous for banks because such an intense interaction might lead to cross-selling opportunities and higher customer retention [31]. Examples are real estate valuation service of Hypotheken Management GmbH to the VR-Group in Germany or securities processing offerings of Vontobel, a Swiss private bank. In Switzerland alone, three financial networks were initiated by cantonal banks, grouped around Avaloq, Finnova and Real-Time-Center, all three being software providers for core-banking applications [6]. The current emergence and redesign of financial networks requires adequate architectures to manage the growing complexity [33].

For European banks, a central challenge to horizontal integration is that for decades they have been working with proprietary applications, resulting in complex, heterogeneous and monolithic application landscapes with numerous proprietary interfaces and an increased total cost of ownership [29]. To deal with this challenge, bank representatives stated that they aim at introducing standardized application architectures which may be maintained on a modular basis from a third party [33]. As costs may be shared over all participants, integrating new channels becomes more economical in such constellations.

### 3.2.3 Vertical Integration across Different Banking Channels

Another challenge is to combine horizontal integration with vertical integration. The latter refers to integrate across different banking channels like online, mobile or at a branch office. It belongs to the area of multi channel management. Multi channel management regularly takes a sales perspective, posing the question “which products and services with which features are to be distributed via which via which points at contact at which price to which customers or customer segments“([55], 15). This sales-oriented question implies managerial decisions whereas our aim is to provide a good basis for such decisions. Therefore within multi channel management, this research focus on vertical integration as one part of it.

Integrating different channels of interaction should be a priority for banks as the possibility to switch channels and to seamlessly continue a process on another channel could be desirable for customers [5]. Due to their life cycle phase, most of the innovations are still isolated from each other and not adequately integrated yet. Very often this leads to the following challenges for banks:

- customers perceive the same product differently if it is displayed differently on different channels,
- advisors in branch office cannot access the same information that customers can access in online banking, and
- customers use branch offices for standard issues that they can do more efficiently and comfortably from home.

Recognizing that customer-bank interaction increasingly becomes hybrid and electronic and mobile channels gain importance (albeit they still do not fully substitute classical channels), a chance for differentiation emerges. Forrester Research for example expects a significant overlap of channels in Germany [46]. The key would be vertical integration on the same technological platform,

especially between online banking, mobile banking, self-service, and branch office applications [2].

Whereas horizontal integration requires conceptual planning in the sense of a systematic identification of value added and a differentiation of customer interaction regarding its elements [23], the central challenge with both, vertical and horizontal integration is to consider them combined. Differentiation at the frontend needs to be combined with integration at the backend [2].

### 3.2.4 Service orientation

“Service orientation is the basis for horizontal and vertical integration” ([2], 9) is a recent statement of a managing director at Deutsche Bank Private and Business Clients IT. It calls for the ability of banks to flexibly implement new and change existing business processes [37] and enables banks to render services in a consistently high quality and functionality regardless of which process or channel is preferred by clients.

Within discussions on architectures, service orientation takes a prominent role. Service-oriented architecture (SOA) promises the integration of heterogeneous application environments from a technological view. From a business view it promises a more flexible allocation of business activities, represented as services, among business partners in a value chain [33]. Steen et al. claim that SOA “provides better handles for architectural alignment and business and IT alignment, in particular” ([62], 132).

Reusability is an important attribute of services. Future scenarios expect a much stronger overlap of processes in different channels than it is the case today [46], requiring appropriate and synchronised information in different channels.

## 3.3 Analysis of Current Banking Architectures

Coverage analysis across several layers is an established form for the analysis of enterprise architectures. It is used to identify gaps or redundancies in architectures [1]. To assess whether current architectures cover the innovations, trends, and requirements mentioned in chapter 2 and 3, a variety of banking architectures from literature and practice were analyzed. This article only considers architectures that have a significant potential to meet the requirements mentioned above. Excluded for example is a publication that gives a snapshot of German banking IT architectures in the year 2001 [40] or authors/ institutions that receive significant attention in the community but only focus on few of the requirements. This includes e.g. Heutschi delivering a detailed case study on SOA at Credit Suisse [26]), Peppard focusing on CRM for banking [51], ibi research GmbH focusing on retail banking sales, FIM Augsburg focusing on customer management and the E-Finance Lab which has done substantial work on banking IT but did not yet publicly consolidate this knowledge into the required architecture.

### 3.3.1 Banking Architectures in Research

The competence center Banking Architectures in the Information Age (CC BAI) at the Institute of Information Management in St. Gallen has developed an architecture comprising the design layers business, processes, and applications [38]. It covers essential aspects of a modern banking architecture like customer process orientation [19][23][24], horizontal integration [64] and vertical integration [23]. However, it was developed almost a decade ago and does not consider the integration of the latest IT-supported

innovations and trends in customer-bank-interaction or service orientation.

The Competence Center Sourcing in the Financial Industry (CCS) used the foundation laid by BAI and the business engineering framework but has focused on the topics of horizontal integration (e.g. [6] and [14]) and service orientation (e.g. [33]) for the last years. Thereby, CCS had rather chosen back office and outsourcing topics than client-bank-interaction, vertical integration, and customer process orientation. Although if in some of its latest works [2][3][5] it has put attention to the three until then omitted topics, it has not yet published a corresponding banking architecture.

The works of the ProcessLab at the Frankfurt School of Finance & Management heavily incorporate customer process orientation [11][12][21][22]. They consider mobile banking [13] as well as process portals [21] and banking websites [31]. Furthermore, they share ideas with CC BAI and CCS regarding horizontal integration [44]. But their architecture shows only weak links to service orientation and banking innovations as perceived here.

### 3.3.2 Banking Architectures in Practice

Banking architectures that fulfill most requirements and are published by banks could not be found in public sources. This might be explained either by a lack of motivation of banks to publicize their architectures or by a lack of appropriate architectures. IS providers are much more willing to publish architectures as they are part of their sales offerings. Therefore, the offerings of two providers, one Germany-based and one Swiss-based, will be discussed in the following. Since these architectures are implemented by banks, they at least indirectly give sight on how contemporary banking architectures look like.

SAP delivers modularized standard software to banks. The enterprise services architecture (ESA) which SAP markets, claims to be a business-driven software framework that offers a broad spectrum of web-based services that can modified and combined to produce the business logic banks need. According to a SAP Solution Brief [54], the ESA is delivered by the SAP NetWeaver platform and builds on basic SOA functionality. It says that due to cleanly defined web services, judicious outsourcing could further trim costs while limiting compliance cost and risk. Regarding customer bank-interaction, this ESA lures with standardized interfaces between a bank and its corporate clients. Provided that the necessary agreements exist, the bank could interface with its corporate customers, thereby gaining the possibility to provide information for participants on both sides of a trade. This can

result in profits from interest-rate arbitrage and reduction in fraud and credit risk. ESA also gives a brief overview over integration of front and back end. One has to consider that this Solution Brief

Coverage of...	Research			Practice	
	CC BAI	CCS	ProcessLab	SAP	Finnova
... IT-supported innovations and trends in customer-bank-interaction	0	1	2	1	0
... customer process orientation	3	1	4	0	0
...horizontal integration	3	4	2	1	3
...vertical integration	4	1	1	0	1
... service orientation	0	4	0	3	3
<i>Legend:</i>	0 <i>not mentioned</i>	1 <i>mentioned</i>	2 <i>partly described</i>	3 <i>described</i>	4 <i>described in detail</i>

might not depict the whole reality of SAP.

Like SAP, Swiss-based Finnova Bankware provides the financial industry with modularized standard software. It claims to be state of the art regarding all business requirements.

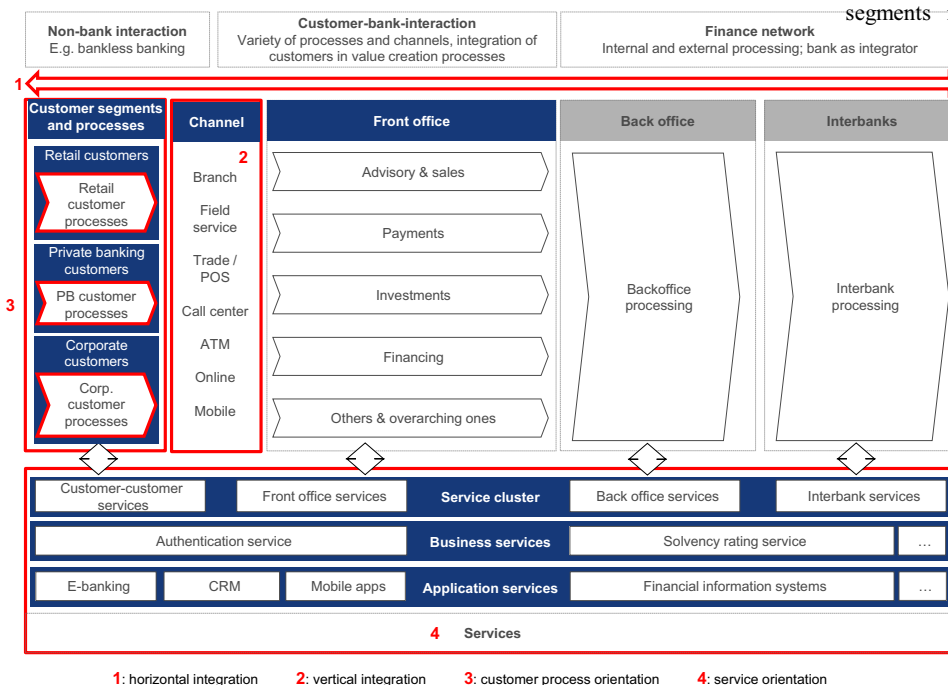
Regarding customer interaction, this does not seem to be the case, as the trends regarding the future POBs are hardly reflected. In the field of phone banking for example, Finnova offers basic functionalities like information on balances and bookings, opening hours of banks, and document orders only. The state of the art is rather reached in back end issues where Finnova offers open standard interfaces based on a SOA concept for the integration of third-party systems. This openness is crucial for the horizontal integration strategy of Finnova as Finnova is part of a large finance network, called the 'Finnova Community' [17][18].

**table 4: gaps of existing banking architectures**

## 3.4 Developing an Architecture for Service-based Integration of IT-Innovations

This section proposes a banking enterprise architecture (see figure 1) which meets the defined requirements from section 3.2: Customer process orientation, horizontal and vertical integration, and service orientation. It relies on an adoption of the CC Sourcing meta model which is structured according to the three layers of business engineering [4].

**figure 1: overview over process and information system layers**



For example, a securities process might look like the following in the future. A retail client has concerns regarding her savings for retirement, which is matched by a retail customer process called retirement and pension. Examples for other retail customers processes are death / heritage, housing or education (see table 3 for customers segments and processes). On the train to work she downloads (channel: online) a financial planning application (application service) that is provided by technology provider (back office area) of her bank. After authentication (business service), the application accesses all relevant data the bank stores about her financial situation. Some basic simulations (business services) confirm her concern and she decides that it is time to do something about it. As she prefers to get professional advice in such matters, she has her calendar compared (channel: online) with the one of her advisor, whom she then meets one day later after work (channel: branch). After authentication (business service), her data is loaded into the system (application service) of an interactive touch screen table at the branch office. A and her advisor do some more detailed simulations in order to quantify the gap and derive possible actions from it (business services). The resulting financial product is designed of various components (standardized for vertical integration) and, after another authentication her order is electronically routed to the securities and payments processor of her bank (back office area). There it is automatically recognized, verified, and released (back office processing using back office services). With the help of the financial information system (application service), the best place for trading (interbank area) is selected, where then it can be executed (interbank processing using interbank services). The next process steps in the back office and interbank area include clearing and settlement, output management, and archiving.

This small use case depicts how the proposed architecture integrates all four requirements into one model:

- *Customer Process orientation.* It depicts the customer segments retail customers, (affluent) private

banking customers, and corporate customers. Each segment has its own specific customer processes (see table 3), based on its needs or behaviour. What they have in common is that they seamlessly interact via several channels with the front office areas of the bank. The relevant elements of the architecture are “customer segments and processes” and “service portfolio”.

- *Horizontal integration.* The model presented here is more customer oriented than existing solutions. Customers may obtain banking services that rely on real-time information in the whole banking supply chain. A prerequisite for this are integrated processes and systems across the entire value chain starting from the

requirements of the customer process. The relevant elements of the architecture are “customer segments and processes”, “front office”, “Back office” “interbanks” and “service portfolio”.

- *Vertical integration.* Customers in the future have the possibility to switch channels and seamlessly continue a process on another channel. In principle, customers can access the same information as their advisors can do, anywhere and at any time. This requirement calls for integrated channels that are aligned with all customer facing processes. Consolidation of client landscape / frontend systems, a homogeneous middleware layer and a standard core banking system in the backend seem to be important facilitators for cost efficiency and time to market. For the consolidation of front end systems communication and governance are essential. Firstly, the value added of standardization needs to be understood in the business units. Secondly, the desire for diversity of variants needs to be lowered, for example through demanding sound business cases for individual exceptions and offsetting extra IT cost with the management compensation of the business units. The relevant elements of the architecture are “customer segments and processes”, “channels” “front office” and “service portfolio”.

- *Service orientation.* A service architecture which covers all channels, customer and value chain processes is the enabler of future banking scenarios as described in the first part of this section. These services address different user groups, such as customers, front-office, back-office or interbank users and relies on business services and application services [33]. The relevant elements of the architecture are “customer segments and processes”, “front office”, “back office” “interbanks” and “service portfolio”.

#### 4. SUMMARY, RESEARCH OUTLOOK, AND CONCLUSIONS

Changing customer behaviour and new IT-based innovations challenge banks in competing with new market players which offer new forms of customer-bank-interaction. Banks need to adapt those innovations and adapt their strategies in customer-bank-interaction. This article presents an overview of state of the art IT-innovations, summarizes trends for banks and defines requirements for a new banking architecture model. It compares existing architectures, shows gaps, and, based on this, develops a new architecture model showing an enhanced integration model for horizontal and vertical integration of IT-innovations. The article provides additional progress in current research and practice in the following areas:

- *Service life cycle management*: Due to their life cycle phase, most of the service-based IT-Innovations in banks are still isolated from each other and not adequately integrated yet. An overall service life cycle management ensures a proper fit into the existing architecture.
- *Enhanced horizontal and vertical integration*: Current banking architectures in research and practice consider horizontal and / or vertical integration as major dimensions. This article adds the customer process and the service orientation as two enhancements to existing architectures.
- *Business and IT linkage*: Service-based integration addresses the close link between business requirements and IT implementations which current enterprise architectures lack very often [33]. The presented architecture uses a structured overview on IT-Innovations and five trends, in order to analyze requirements for an architecture model (see table 2).

Limitations of this paper arise from the possibility that single institutes might already have developed appropriate architectures but did not publish them. Another limitation is that, albeit a lot of empirical research was conducted regarding the innovations, the model was only partly tested with (or derived from) case studies or other field work.

Further research can address questions related to the implications and detailing of the new banking architecture. Moreover, the following questions need to be answered: Do existing methods for transformation suffice to realize the new banking architectures or do they require adjustments? Which customers need to be approached via which channels with which bundles of goods and services? What does vertical integration mean for ways of interaction that today we do not even think about? How should roles, processes, and services be designed in future financial networks?

Besides the introduced technology-based drivers, progress is also driven by regulatory or bank-specific drivers. Due to requirements of interoperability and required investments, the options of individual banks could be quickly exceeded, eventually leading to increasing cooperation, for instance between banks and technology providers.

#### 5. REFERENCES

- [1] Aier, S., Riege, C. and Winter, R. 2008. Unternehmensarchitektur – Literaturüberblick und Stand der Praxis. In *Wirtschaftsinformatik*, vol. 50, no. 4 (2008), 292-404.
- [2] Alt, R. 2010. Wir müssen Bank-IT-Anwendungen mehr vom Kunden her denken – Zehn Fragen zu IT-gestützten Innovationen und deren Bedeutung für die Deutsche Bank an Jan-Gerold Winter. In *Wirtschaftsinformatik und Management*, vol. 2, no. 4 (2010), 6-11.
- [3] Alt, R., Bernet, B., Eckert, C., Etter, W., Fischbach, M., Kohlmann, F., Kutsch, O., Mansfeldt, K., Möwes, T., Österle, H., Puschmann, T. and Zerndt, T. 2009. *Transformation zur Bank 2015*, Marktstudie. Institut für Wirtschaftsinformatik (St. Gallen, 2009).
- [4] Alt, R., Bernet, B., Zerndt, T. 2009. Anhang B. In *Transformation von Banken – Praxis des In- und Outsourcings auf dem Weg zur Bank 2015*, Alt, R., B. Bernet and T. Zerndt, Eds. Springer (Berlin, Heidelberg, 2009), 286f.
- [5] Alt, R., Möwes, T. and Puschmann, T. 2010. Neue Wege zum Kunden – Innovationen in der Kunde-Bank-Interaktion. In *Wirtschaftsinformatik und Management*, vol. 2, no. 4 (2010), 40-46.
- [6] Alt, R. and Smits, M. 2007. Networkability of Organizations and Business Networks. In *15th European Conference on Information Systems*, H. Österle, J. Schelp, R. Winter, Eds. (St. Gallen, 2007), 119-130.
- [7] Becker, J., Holten, R., Knackstedt, R. and Niehaves, B. 2003. Forschungsmethodische Positionierung in der Wirtschaftsinformatik – epistemologische, ontologische und linguistische Leitfragen. *Arbeitsbericht Nr. 93*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Institut für Wirtschaftsinformatik (Münster, 2003).
- [8] Behara, R., Fontenot, G. and Gresham, A. 2002. Customer Approach to Building Loyalty. In *Total Quality Management*, vol. 13, no. 5 (2002), 603-611.
- [9] Bernet, B., Hoffmann, M. and Mattig, A. 2009. *Der Schweizer Parabankebereich. Bestandsaufnahme und strategische Herausforderungen*. Studie der Universität St. Gallen (St. Gallen, 2009).
- [10] biw AG. 2010. Durch die Bank mehr Möglichkeiten. In *Bank der Zukunft*. Bank und Partner Spezial II (2010), 26f.
- [11] Dohmen, A. 2009. Customer-Process-Centric Business Model for Contemporary Banking. In *Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference on Management, Economics, Finance, and Public Administration* (Taganrog-Russia, 2009), 9-15.
- [12] Dohmen, A., Heckl, D. and Moormann, J. 2009. Die kundenzentrierte Bank: Integration von Kunden- und Geschäftsprozessen am Beispiel des Firmenkundengeschäfts. In *Informatik 2009 – Im Focus das Leben; Lecture Notes in Informatics (LNI)*, S. Fischer, E. Maehle, R. Reischuck, Eds. (Bonn, 2009), 3820-3835.
- [13] Dohmen, A., Moormann, J. and Rosemann, M. 2009. Using a Smartphone Application for Customer-Centric Banking. In *Proceedings of the 20th Australasian Conference on Information Systems*, H. Scheepers, M. Davern, Eds. (Melbourne, 2009), 385-394.
- [14] Eckert, C., Alt, R. and Österle, H. 2010. Architektur zur Steuerung von Finanznetzwerken - Ein Ansatz zum Management verteilter Leistungserstellung. In *Zeitschrift für Organisation*, vol. 79, no. 2 (2010), 90-97.
- [15] Fasnacht, D. 2009. *Open Innovation in the Financial Services - Growing Through Openness, Flexibility and Customer Integration*. Springer (Berlin Heidelberg, 2009), 138f.

- [16] Faust, M. 2007. Leistungsangebot und Wettbewerbssituation im Private Banking und Wealth Management. In *Private Banking und Wealth Management*, H. Brost, M. Faust, Eds. Bankakademie-Verlag (Frankfurt, 2007), 3-28.
- [17] Finnova AG Bankware. 2010. Lösungen – Weitreichende Optionen. URL=[http://www.finnova.ch/de/loesungen/finnova\\_opal/](http://www.finnova.ch/de/loesungen/finnova_opal/), retrieved at 20.07.2010.
- [18] Finnova AG Bankware. 2010. Produkte – Produktübersicht. URL=<http://www.finnova.ch/de/produkt/produktuebersicht/>, retrieved at 20.07.2010.
- [19] Flück, B. 2002. Identifizierung neuer Prozesse im Finanzdienstleistungsvertrieb. In *Retail-Banking im Informationszeitalter - Integrierte Gestaltung der Geschäfts-, Prozess- und Applikationsebene*, S. Leist, R. Winter, Eds. Springer (Berlin et al., 2002), 167-182.
- [20] Frank, U. 2010. Zur methodischen Fundierung der Forschung in der Wirtschaftsinformatik. In *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik – Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*, H. Österle, R. Winter, W. Brenner, Eds. (Nürnberg, 2010), 35-44.
- [21] Heckl, D., Moormann, J. 2007. How to design customer-centric business processes in the banking industry. In *Journal of Financial Transformation 21 (unknown) (2007)*, 67-76.
- [22] Heckl, D., Moormann, J. 2007. Matching customer processes with business processes of banks: the example of small and medium-sized enterprises as bank customers. In *Lecture Notes In Computer Science; Proceedings of the 5th International Conference on Business Process Management (Brisbane, 2007)*. 112-124.
- [23] Heinrich, B. 2002. Die konzeptionelle Gestaltung des Multichannel-Vertriebs anhand von Kundenbedürfnissen. In *Retail-Banking im Informationszeitalter - Integrierte Gestaltung der Geschäfts-, Prozess- und Applikationsebene*, S. Leist, R. Winter, Eds. Springer (Berlin et al., 2002), 73-92.
- [24] Heinrich, B. 2003. Die fachkonzeptionelle Gestaltung der Kundenbeziehung als Basis für den Prozessentwurf. In *Bankinformatik 2004*, D. Bartmann, Ed. Gabler (Wiesbaden, 2003), 79-87.
- [25] Heinrich, L. 2000. Bedeutung von Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik. In *Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik*, L. Heinrich, I. Häntschel, Eds. Oldenbourg (München, Wien, 2000), 7 – 22.
- [26] Heutschi, R. 2007. *Serviceorientierte Architektur – Architekturprinzipien und Umsetzung in der Praxis*. Springer (Berlin et al., 2007).
- [27] Hevner, A., March, S., Park, J. and Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. In *MIS Quarterly 28 (1) (2004)*, 75-105.
- [28] Hoffmann, M. and Reitbauer, S. 2009. Vernetzungsmodelle für Banken. In *Transformation von Banken – Praxis des In- und Outsourcings auf dem Weg zur Bank 2015*, Alt, R., B. Bernet and T. Zerndt, Eds. Springer (Berlin, Heidelberg, 2009), 69-97.
- [29] Homann, U., Rill, M. and Wimmer, A. 2004. Flexible value structures in banking - How service-oriented architectures can help achieve the business objectives of the transformation process in banking. In *Communications of the ACM*, vol. 47, no. 5 (2004), 34–36.
- [30] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 2000. *IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems*. Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society (New York, 2000).
- [31] Kahmer, N. and Moormann, J. 2005. Alignment of Web Sites to Customer Processes - A Study in the Banking Industry. In *7th International Conference on Enterprise Information Systems (Miami/FL, 2005)*.
- [32] Kestner, D. J., Jung, J. and Peterson, M. 2009. Proverbial Wallet: Tangible Interface for Financial Awareness. In *Proceedings of the Third International Conference on Tangible and Embedded Interaction, TEI'09 (February 16-18, 2009)*.
- [33] Kohlmann, F. and Alt, R. 2009. Aligning Service Maps - A Methodological Approach from the Financial Industry. In *Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences (Hawaii, 2009)*.
- [34] Kröner, M. 2009. Fidor: Strategien einer neuartigen Mitmach- und Mitverdien-Bank. In *Direkt Marketing*, issue 8 (August, 2009), 44-46.
- [35] Lankhorst, M. 2009. Introduction to Enterprise Architecture. In *Enterprise Architectures at Work – Modelling, Communication, and Analysis*, M. Lankhorst et al., Eds. Springer (Berlin et al., 2009), 1-10.
- [36] Lederer, A. 2010. Die tragbare Bankfiliale ist wesentliches Kundenbindungselement. In *Bank und Markt*, 03 (March 01, 2010), 28.
- [37] Legner C. and Heutschi R. 2007. SOA Adoption in Practice – Findings from Early SOA Implementations. In *Proceedings of the European Conference on Information Systems*, H. Österle, J. Schelp, R. Winter, Eds. (St. Gallen, 2007).
- [38] Leist, S. 2002. Bankenarchitektur des Informationszeitalters - Zielsetzung und Gestaltungsebenen. In *Retail-Banking im Informationszeitalter - Integrierte Gestaltung der Geschäfts-, Prozess- und Applikationsebene*, S. Leist, R. Winter, Eds. Springer (Berlin et al., 2002), 3-28.
- [39] Lerner, T. 2010. Internet via LTE: Datenbeschleuniger für Banken. In *Die Bank* (May, 2010) URL= <http://www.die-bank.de/it-und-kommunikation/datenbeschleuniger-fu308r-banken>, retrieved at 30.07.2010.
- [40] Mehlau, J. 2003. IT-Architekturen für Finanzdienstleister. In *Bankinformatik 2004*, D. Bartmann, Ed. Gabler (Wiesbaden, 2003). 203-220.
- [41] Mertens, P. 2009. *Integrierte Informationsverarbeitung 1: Operative Systeme in der Industrie*, 17th edition. Springer (Berlin et al., 2009).
- [42] Microsoft. 2010. Innovativer Multichannel-Vertrieb in Banken. In *Kompodium Finanzen (2009)*, 28-30.
- [43] Monrada GmbH. 2010. Monrada GmbH erhält Zulassung als Zahlungsinstitut (April 09, 2010) URL= [http://www.monrada.de/deutsch/unternehmen/presse/montzahl\\_ins.html](http://www.monrada.de/deutsch/unternehmen/presse/montzahl_ins.html), retrieved at 30.07.2010.
- [44] Moormann, J., Hillesheimer, M., Metzler, C., Zahn, C. 2009. *Wertschöpfungsmanagement in Banken*. Frankfurt School (Frankfurt, 3rd edition, 2009).
- [45] Möwes, T. 2009. Aktuelle Themen des Multikanalarchitekturmanagements im Retailbanking. Working paper. *Competence Center Sourcing in the*

- Financial industry (2010) URL=  
<http://www.alexandria.unisg.ch/export/DL/70126.pdf>,  
retrieved at 12.11.2010.
- [46] Niemeyer, V., Ensor, B., Hesse, A. and Tincher, C. 2009. How German Banking Customers Use Different Channels. *Forrester Research* (2009) URL=  
[http://web2.forrester.com/rb/Research/how\\_german\\_bankin\\_g\\_customers\\_use\\_different\\_channels/q/id/44565/t/2](http://web2.forrester.com/rb/Research/how_german_bankin_g_customers_use_different_channels/q/id/44565/t/2),  
retrieved at 30.07.2010.
- [47] Österle, H. 1995. *Business Engineering – Prozess- und Systementwurf*, 2nd edition. Springer (Berlin et al., 1995).
- [48] Österle, H. and Blessing, D. 2003. Business Engineering Model. In *Business Engineering: Auf dem Weg zum Unternehmen des Informationszeitalters*, 2nd edition., H. Österle, R. Winter, Eds. Springer (Berlin et al, 2003), 65-85.
- [49] Österle, H. and Winter, R. 2000. Business Engineering. In *Business Engineering – Auf dem Weg zum Unternehmen des Informationszeitalters*, H. Österle, R. Winter, Eds. Springer (Berlin et al., 2000), 3-20.
- [50] Pelzl, U. 2010. Naspa auf innovativem Kurs: Im Kundendialog per Facebook Twitter & Co. In *Finance Forum Germany Yearbook 2010/2011* (Wiesbaden, June 08 - 09, 2010), 10f.
- [51] Peppard, J. 2000. Customer Relationship Management (CRM) in financial services. In *European Management Journal*, vol. 18, no. 3 (2000), 312-327.
- [52] Reichwald, R. and Piller, F. 2006. *Interaktive Wertschöpfung – Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung*. Gabler (Wiesbaden, 2006).
- [53] Reuter, C. and Schilling, K. 2010. Mobile Banking kommt in Schwung. In *Die Bank* (April 2010). URL=  
<http://www.die-bank.de/banking/mobile-banking-kommt-in-schwung>, retrieved at 21.04.2010.
- [54] SAP AG. 2006. Enterprise Services Architecture for Banking – Distinguishing Your Enterprise in a Challenging Market (2006) URL=  
[http://www.sap.com/industries/banking/pdf/BWP\\_SB\\_ESA\\_for\\_Banking.pdf](http://www.sap.com/industries/banking/pdf/BWP_SB_ESA_for_Banking.pdf), retrieved at 15.5.2010.
- [55] Schierenbeck, H. 1999. Die Vertriebskanäle der Zukunft im Privatkundengeschäft. In *Multi Channel Distribution im Banking - Tagungsband zum 6. Basler Bankentag*, Basler Bankenvereinigung, Ed. (Bern, 1999), 3-49.
- [56] Schmid, R., Bach, V. and Österle, H. 2008. CRM bei Banken: Vom Produkt zum Prozeßportal. In *Effektives Customer Relationship Management – Instrumente, Einführungskonzepte, Organisation*, 4th edition, S. Helmke, M. Uebel, W. Dangelmaier, Eds. Gabler (Wiesbaden, 2008), 75-88.
- [57] Schwabe, G. and Morigato, R. 2009. Beratungsqualität in Banken - Was der Kunde erwartet - Was der Kunde erlebt. *Studie über die Attraktivität der Beratung im Schweizer Private Banking*, Institut für Informatik, Universität Zürich, Solution Providers AG, Eds (Zürich, Dübendorf, 2009).
- [58] Sederqvist, J. 2009. BankID. In *MACAW Card Bulletin*, Interview with Nils Inge Brurberg (product manager for BankID) by MACAW research (2009) URL=  
<https://www.bankid.no/Global/MACAW%20Card%20Bulletin%2016-2009%20-%20BankID.pdf>, retrieved at 30.07.2010.
- [59] Setzer, M. 2010. Neue Wege in der Beratung durch innovative Bankanwendungen. In *Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen*, Technik 1 (February 02, 2010), 27.
- [60] Sinz, E. 2010. Konstruktionsforschung in der Wirtschaftsinformatik: Was sind die Erkenntnisziele gestaltungsorientierter Wirtschaftsinformatik-Forschung? In *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik – Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*, H. Österle, R. Winter, W. Brenner, Eds (Nürnberg, 2010), 27-33.
- [61] Steen, M., Strating, P., Lankhorst, M., ter Doest, H. and Iacob, M. 2005. Service-Oriented Enterprise Architecture. In *Service-Oriented Software System Engineering: Challenges and Practices*, Z. Stojanovic, A. Dahanayake, Eds. IDEA Group (2005), 132-154.
- [62] Sun, B. 2006. Technology Innovation and Implications for Customer Relationship Management. In *Marketing Science*, vol. 25, no. 6 (2006), 594-597.
- [63] Thomas, P. 2008. *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*. Doctoral Thesis. Technische Universität Darmstadt (2008), 274-276.
- [64] Winter, R. 2002. Retail Banking im Informationszeitalter – Trends, Geschäftsarchitektur und erste Beispiele. In *Retail-Banking im Informationszeitalter - Integrierte Gestaltung der Geschäfts-, Prozess- und Applikationsebene*, S. Leist, R. Winter, Eds. Springer (Berlin et al., 2002), 29-50.
- [65] Winter, R. and Fischer, R. 2006. Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture. In *EDOC Workshop on Trends in Enterprise Architecture Research* (TEAR 2006), IEEE Computer Society, Eds. (Hong Kong, 2006). As found in Aier, S., Riege, C. and Winter, R. 2008. Unternehmensarchitektur – Literaturüberblick und Stand der Praxis. In *Wirtschaftsinformatik*, vol. 50, no. 4 (2008), 293.
- [66] Wirecard Bank AG. 2010. URL=  
[http://www.wirecardbank.de/fileadmin/bank/fileuploads/Dokumente/Formulare\\_Privatkunden/Wirecard\\_Bank\\_Prepaid\\_Trio.pdf](http://www.wirecardbank.de/fileadmin/bank/fileuploads/Dokumente/Formulare_Privatkunden/Wirecard_Bank_Prepaid_Trio.pdf), retrieved at 30.07.2010.
- [67] Wunderlich, T. 2010. Das Electronic Banking mit dem neuen Personalausweis (nPA) Authentifikation und elektronische Signatur. In *Finanzierung Leasing Factoring* (March, 2010), 109-112.
- [68] Zellner, G. 2008. Gestaltung hybrider Wertschöpfung mittels Architekturen – Analyse am Beispiel des Business Engineering. In *Wirtschaftsinformatik*, vol. 50, no. 3 (2008), 187-195.
- [69] Zentes, J., Swoboda, B. and Moschett, D. 2005. Perspektiven der Führung kooperativer Systeme. In *Kooperationen, Allianzen und Netzwerke*, J. Zentes, B. Swoboda, D. Moschett, Eds. Gabler (Wiesbaden, 2005), 936-964.



# An Empirical Study of Extracting Multidimensional Sequential Rules for Personalization and Recommendation in Online Commerce

Arthur Pitman  
Alpen-Adria-Universität Klagenfurt  
Klagenfurt, Austria  
arthur.pitman@uni-klu.ac.at

Markus Zanker  
Alpen-Adria-Universität Klagenfurt  
Klagenfurt, Austria  
markus.zanker@uni-klu.ac.at

## ABSTRACT

The application of web mining to personalization has a long tradition in electronic commerce research. In this empirical study we focus specifically on mining sequential navigation patterns from weblogs and thoroughly compare different design variants for making personalized suggestions to users. In particular we concentrate on the impact of additional product knowledge like item characteristics, different properties of the sequential pattern mining process such as *closure* as well as rule quality metrics such as support, confidence and lift, and evaluate the recommender's accuracy by experimenting on historical web sessions.

This paper therefore firstly demonstrates how state of the art sequence mining algorithms such as PrefixSpan and BIDE may be adapted to the specific problem of extracting sequential rules from e-commerce weblogs. Furthermore, in order to compact the resulting rule set, the  $\Delta$ -closed criteria is proposed as a logical extension to closed and maximal frequent patterns to eliminate spurious sequences. Finally, our experimental findings show that using multidimensional sequential patterns and the lift metric for weighting personalization rules can boost recall to 28% of all actual purchase transactions when using only short navigational sequences.

## Keywords

business informatics in commerce, recommender systems, sequential pattern mining

## 1. INTRODUCTION

Understanding the navigational patterns of prospective customers in online commerce and exploiting them in order to provision personalized services was first considered over a decade ago [20]. Several empirical studies have shown that value-added search mechanisms like recommendation systems can for instance lead to increased shopping enjoyment and intention to return [11, 12]. Therefore, we evaluate

the effectiveness of mining navigational user patterns in the sense of Kohavi [10] to develop workable recommendation mechanisms with the aim of increasing customer satisfaction and conversion rates.

Recommender systems are usually described as software agents that predict which items a user will probably like based on elicited preferences and interests [25]. Typically, these preferences are represented by ratings where users either explicitly assign a value expressing their opinion (e.g. the degree how much they like a movie) or implicit actions such as purchases are interpreted as positive unary ratings. However, this research focuses only on very shallow user profiles obtained from the navigational actions of anonymous web sessions, typically consisting of a series of menu navigation and item view events. The system extracted web sessions that led to add-to-basket actions and tried to predict the item selected based on the navigational history since the start of the session.

Our evaluation proceeded as follows: we first extracted sequential patterns using a customized version of a PrefixSpan [17] based algorithm and then exploited these sequences to build rule sets for personalization and recommendation. We then explored different recommender design variants by experimentally comparing how an additional product information, the amount of rules as well as different rule weights such as support, confidence and lift impacted the accuracy of the recommendation lists produced. Thus, in addition to the discussion, the paper also contributes empirical findings from an offline evaluation comparing these different variants on a dataset extracted from the weblogs of a leading online nutritional supplements retailer.

In practice, the value of rule-based recommender systems is often limited by the level of detail modeled in the source data. One approach is to extend typical item-based data with other multi-dimensional attributes [18]. Indeed, such information is often readily available as products are typically organized into a hierarchy or categorized using tags. For example a simple sequence of view and purchase actions, such as (*views product A*, *buys product B*) could be extended to (*views milk*, *views skim milk*, *views product A*), (*buys bread*, *buys brown bread*, *buys product B*), allowing more subtle relationships to be exposed involving the higher level product categories of *bread* and *milk*.

In our evaluation we demonstrate how standard sequential data can be augmented to create multidimensional sequences and explore the associated positive impact on performance. On the downside, multidimensional sequences add enormously complexity due to an exploding amount of additional patterns due to combinatory. We address this issue by examining specific subsets of frequent patterns notably closed, maximal and  $\Delta$ -closed, where the latter is an intermediate subset of the former two. We show that we are able to identify smaller subsets of frequent patterns that perform comparably to the larger superset. Third, we also vary the weights of extracted rules among support, confidence, support  $\times$  confidence and lift measures and our results indicate that the lift metric has very favorable properties when applied to multidimensional data.

Concluding, the worth of this paper lies in its particular focus on evaluating how multidimensional sequential patterns can be exploited for identifying items to recommend and, to the best of authors' knowledge, no comparable work has been published so far.

Following this section, in Section 1 we present a brief survey of related work. Section 2 defines the problem of sequence mining and examines the basis of our recommender, sequential pattern mining. In Section 3, we describe the specifics of our recommender. Following the introduction of our experimental methodology in Section 4, the recommender is evaluated in Section 5. Finally, our conclusions are given in Section 6.

**section Overview of Related Work** Since Agrawal and Srikant first investigated sequential pattern mining in [1], a significant body of research has focused on improvements in terms of time and space complexity. For example, algorithms such as GSP [21] and PrefixSpan [17] both attempt to reduce the search space for finding frequent sequences. Other algorithms, such as PRISM [6], attempt to reduce the effort required to determine the support of a sequence. The next wave of innovation (e.g. [26] and [23]) dealt with reducing the result set to closed sequences, thus overcoming the potentially exponential number of frequent sequences mined under certain conditions. The specifics of the PrefixSpan [17] and BIDE [23] algorithms are examined in Section 2. Further works have also focused on domain specific challenges, such as mining the top-k closed sequential patterns [22] and temporal patterns [16]. The area of multi-dimensional sequence mining, of particular interest to this work, has also seen significant research. Such datasets may either be handled using a domain-specific or general approach, as was examined in [18]. These systems may also be optimized for hierarchical data (e.g. taxonomies) [19].

While the aforementioned works focus mainly on performance issues, we are more interested in the application of sequential pattern mining for web personalization comparable to [13] or [14, 15] who explored association rule mining from weblogs for identifying items to recommend. However, as pure association rule mining disregards temporal relationships in the data, efficient sequential pattern mining is more suitable. Therefore, Büchner et al. [4] did first approaches towards identifying sequential patterns from weblogs. Berendt and Spiliopoulou's approach [2] is more sim-

ilar to our work as they also used templates to constrain the search to patterns with desirable characteristics like we did here. Eirinaki and Michalis [5] elaborated on the various efforts taken to exploit web usage mining for web personalization, however our approach particularly focuses on multidimensional sequential patterns and comparing design variants based on their predictive accuracy, which has not yet been done.

## 2. SEQUENTIAL PATTERN MINING

### 2.1 Problem Definition

Let  $s = \langle e_1 e_2 \dots e_l \rangle$  be a sequence of length  $l$ , where each element  $e_j = \langle x_1 x_2 \dots x_m \rangle$  is a subset of the set of all items  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ . Building upon the work of [23], this paper uses the following terminology:

- A sequence database  $SDB$  is a set of tuples of the form  $\langle id, s \rangle$ , where  $s$  is a sequence identified by  $id$ .
- A sequence  $a = \langle a_1 a_2 \dots a_n \rangle$  is a subsequence of a sequence  $b = \langle b_1 b_2 \dots b_m \rangle$  (i.e.  $b$  contains  $a$  or is a supersequence of  $a$ ) if and only if integers  $1 \leq j_1 < j_2 < \dots < j_n \leq m$  exist such that  $a_1 \subseteq b_{j_1}, a_2 \subseteq b_{j_2}, \dots, a_n \subseteq b_{j_n}$ . Furthermore, a sequence  $b$  supports a sequence  $a$  if  $b$  contains  $a$  (or  $a$  is a subsequence of  $b$ ).
- The support of a sequence  $a$  with respect to a sequence database  $SDB$  is defined as the number of sequences in  $SDB$  that contain  $a$ . We write this using the notation  $a: support(a)$ . Furthermore,  $a$  is labeled as frequent if  $support(a) \geq min\_support$ . We also refer to frequent sequences as sequential patterns.

In general, the task of a sequential pattern miner is to find the set of all frequent sequential patterns,  $S_f$ , for a given sequence database.

**EXAMPLE 1 (Sequential Pattern Mining).** Consider the sample sequence database shown in Table 1. For simplicity it is a simple sequence database (SSD), i.e. each element only contains a single item, however the same arguments apply to general sequence databases (GSDs). The sequence database  $SDB$  contains four sequences constructed from a total of four items. If, for example, sequential patterns are mined with minimum support  $min\_support = 2$  then a total 24 sequences are generated:  $A:4, AC:3, ACD:2, AD:4, ADC:2, B:3, BA:3, BAD:3, BC:2, BCD:2, BD:3, C:3, CA:2, CAD:2, CD:3, D:4, DA:2, DAD:2, DB:2, DBA:2, DBAD:2, DBD:2, DC:2$  and  $DD:2$ .

### 2.2 Generalized Sequence Mining

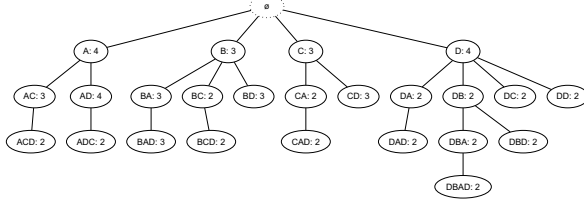
The Generalized Sequential Pattern (GSP) algorithm is probably the most straightforward approach to sequence mining, which iteratively extends existing sequences to generate new sequences [21]. Despite its simplicity, it is inefficient as it requires the database to be scanned multiple times. Furthermore, many candidate sequences will not meet minimum support requirements and are subsequently discarded.



Table 1: Example sequence database SDB

ID	Sequence
1	C A D C
2	A D B C A D
3	D B A D
4	B A C D

Figure 1: The tree produced by applying PrefixSpan to SDB



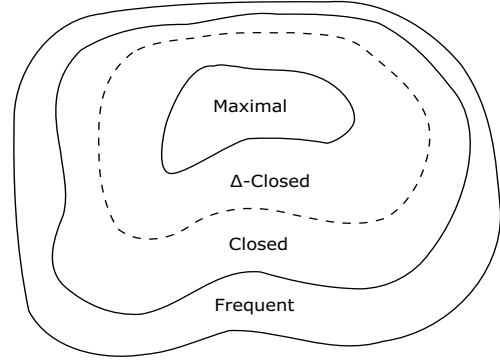
In [17], Pei et al. develop a method for traversing the tree of possible frequent sequential patterns in a more efficient manner. In contrast to other a-priori sequential pattern mining algorithms, such as GSP, which follow a generate-and-test approach, PrefixSpan grows patterns directly by recursively dividing the original sequence database and only considering sequential patterns that satisfy the minimum support criterion.

With every recursive call to the algorithm, the current pattern is extended by one item, either by appending a new element (sequential extension or *S-extension*) or by adding to the last element (itemset extension or *I-extension*). A new (smaller) sequence database is then created for each new pattern that satisfies the minimum support criterion.

As PrefixSpan grows patterns from left to right, the new sequence database only needs to contain the elements of each sequence including and appearing after the last element of the first occurrence of the new pattern. To remove the overhead of actually copying these elements with each recursion step, Pei et al. suggest using pseudo-projected databases. Each pseudo-projected database is a collection of projected sequences, tuples in the form (id, offset) consisting of a sequence id and a projection point offset pointing to the last element of the first occurrence of the new pattern in the original sequence. In this work, we group both the pseudo-projected database and the current sequential pattern into a *projection*, an object which effectively encapsulates the recursive state of PrefixSpan.

**EXAMPLE 2 (PrefixSpan).** As illustrated in Figure 1, PrefixSpan generates a tree with each node corresponding to a projection. Due to the recursive nature of the algorithm, nodes are discovered in a depth-first fashion, while children are typically visited in lexical order.

Figure 2: Relationship between sequence subsets



## 2.3 Mining Subsets

Despite being an exhaustive set,  $S_f$  can hardly be considered compact. In general, if  $sup_{min}$  is reduced or the database size or sequence length is increased, the number of frequent sequential patterns tends to grow exponentially. For example, if a single sequence containing 100 single item elements is mined with  $sup_{min} = 1$ ,  $2^{100} - 1$  sequences and thus projection nodes (in the case of PrefixSpan) will be produced. One possibility is to only consider a subset of all frequent sequences. Previous research, e.g. [27] and [7], has focused in particular on the *closed* and *maximal* subsets of frequent sequences as defined in the following subsections. As outlined in Figure 2, we will also introduce an intermediate subset, namely the subset of  $\Delta$ -closed sequences that combines the favorable properties of both the closed and maximal frequent sequences by reducing the quantity of sequential patterns with minimal impact on their information content.

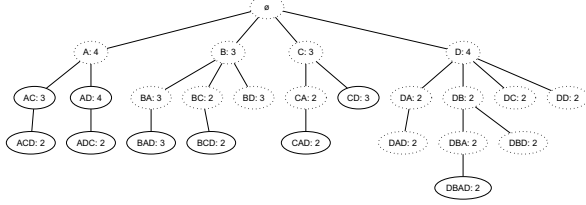
## 2.4 Closed Sequence Mining

The idea of reducing the entire set of sequences to closed sequences offers a possibility to improve compactness and thus improve efficiency while maintaining completeness [27] [26]. Closed sequences are defined analogously to the idea of closed itemsets, i.e. a sequence  $s_a$  is closed if and only if no supersequence  $s_b$  of  $s_a$  exists with the same support ( $\nexists s_b$  such that  $s_a \subset s_b$  where  $support(s_a) = support(s_b)$ ). Formally, the set of closed frequent sequences  $S_{fc}$  is the most minimal subset of  $S_f$  that maintains support information about all possible subsequences. Thus, if desired, all frequent sequences can be enumerated from the set of closed frequent sequences.

**EXAMPLE 3 (Closed Sequence Mining).** Figure 3 extends Figure 1 by highlighting the closed nodes from our running example,  $AC:3$ ,  $ACD:2$ ,  $AD:4$ ,  $ADC:2$ ,  $BAD:3$ ,  $BCD:2$ ,  $CAD:2$ ,  $CD:3$  and  $DBAD:2$ . Note that only 9 of the 24 frequent sequences are closed.

Unfortunately, determining if a sequence is closed is significantly more complex than for an itemset in association rule

Figure 3: Closed sequences of  $SDB$



mining due to the constraints imposed by sequential ordering. Popular approaches include maintaining an optimistic list of closed sequences which is periodically pruned (similar to [26] and [27]) and exhaustively checking sequences during enumeration to produce a final set of closed sequences (e.g. [23]).

Bi-Directional Extension (BIDE) closure checking determines closure by re-examining the source sequences that give support to a pattern [23]. It carries the distinct advantage that a list of potentially closed (or actually closed) sequences must not be maintained throughout the sequence mining process. Specifically, if no forward or backward extension with the same support exists for the current pattern, then the current pattern is a closed sequence.

Forward extension checking is straightforward and corresponds to examining the projections generated during PrefixSpan pattern growth (i.e. child projections) and determining if any exhibit the same support as the current projection.

Backwards extension checking is less trivial and requires determining if the current sequence may be extended by inserting an item into an existing element or as a new element prior to end of the sequence to produce a sequence with the same support.

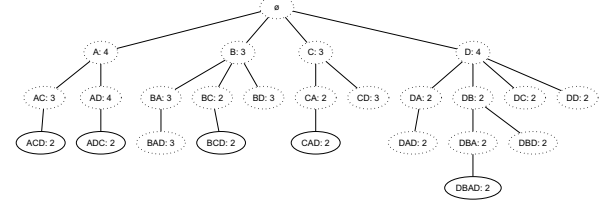
Although confirming the presence of a backwards extension requires rescanning the entire sequence database of the current projection, in cases where a sequence does not permit such an extension, the scan may be aborted early (referred to as ScanSkip in [23]). In general, however, the cost of using BIDE closure is proportional to the number of sequences in the projection and their average length.

## 2.5 Closed Pruning Techniques

Although closed sequences may be employed to reduce the size of the result set, they do not improve mining efficiency: all nodes of the projection tree must still be traversed. As a result, pruning methods have been developed to complement PrefixSpan to determine in advance if a pattern or any of its supersequences will be found to be closed. Obviously, if this is not the case, the corresponding node must not be visited.

The requirements of pruning algorithms differ from closure checking algorithms in that while the latter must correctly classify sequences as open or closed, pruning algorithms may conservatively decide to visit a node with no impact on the correctness of the output of the algorithm. Furthermore,

Figure 4: Maximal sequences of  $SDB$



pruning should only be attempted if the cost of pruning is less than that of actually visiting the node.

The BackScan pruning method is described in [23]. Similar to BIDE closure checking, it considers pruning a node by examining if it and its descendants will be found to be subsequences of sequential patterns with the same support generated elsewhere in the projection tree.

Importantly, BackScan pruning differs from the backward extension detection of BIDE closure checking in that while the latter only requires that an insertion is supported by one of the occurrences of a projection's pattern within each supporting sequence, BackScan requires that such an insertion is supported by each occurrence.

EXAMPLE 4 (Closed Pruning). Reexamining Figure 3, it is clear that some paths do not lead to closed sequences. For example, neither  $DA:2$  nor its descendent  $DAD:2$  is closed due to  $DBAD:2$  and thus must not be visited. In other cases, pruning may prevent nodes from being expanded. For example,  $BD:3$  although visited must not be expanded due to the presence of  $BAD:3$ . Similar arguments apply for  $DBD:2$ ,  $DC:2$  and  $DD:2$ .

## 2.6 Maximal Sequence Mining

For some applications the set of closed sequences  $S_{f_c}$  may still not be compact enough. For example, it may be too large for domain experts to comprehend or for use in a recommender system. One possibility is to use the set of maximal sequences which provides an even more compact summary of the frequent sequences. Formally, a sequence is maximal if and only if all supersequences are infrequent. In comparison to the set of closed sequences, maximal sequences provide no information about the support of subsequences and thus cannot be used to reconstruct the entire set of frequent sequences.

EXAMPLE 5 (Maximal Sequence Mining). As depicted in Figure 4, after filtering  $S_{f_c}$  only 5 sequences remain as maximal sequences:  $ACD:2$ ,  $ADC:2$ ,  $BCD:2$ ,  $CAD:2$  and  $DBAD:2$ . This information is however insufficient to determine the support of for example the sequence  $B$ . Instead we may only estimate its support as lying between the nearest maximal supersequence and size of the database, i.e.  $support(BCD) \leq support(B) \leq |SDB|$ .

Despite the fact that efficient algorithms are available for mining maximal itemsets [7] [8], to the best of our knowl-

Figure 5:  $\Delta$ -closed sequence algorithm

```

1: procedure  $\Delta$ -CLOSE( $S_{fc}, \Delta$ )
2:    $S \leftarrow \text{OrderBySupportAscending}(S_{fc})$ 
3:    $i \leftarrow 1$ 
4:   while  $i \leq \text{Count}(S)$  do
5:      $b \leftarrow \text{Support}(S_i) + \Delta$ 
6:      $j \leftarrow i + 1$ 
7:     while  $j \leq \text{Count}(S)$  do
8:       if  $\text{Contains}(S_i, S_j)$  and
9:          $\text{Support}(S_j) \leq b$  then
10:         $S \leftarrow S - \{S_j\}$ 
11:      else
12:         $j \leftarrow j + 1$ 
13:      end if
14:    end while
15:     $i \leftarrow i + 1$ 
16:  end while
17:  return  $S$ 
18: end procedure

```

edge no such algorithms are available for maximal sequences. The set of maximal sequences may however be obtained by post processing  $S_{fc}$  by removing any sequence that is a sub-sequence on another closed sequence.

## 2.7 $\Delta$ -Closed Sequence Mining

While the compactness of maximal sequences is appealing the information loss is often too extreme. As a result we introduce the concept of  $\Delta$ -closed sequences that provides a compromise between the two. Formally, a sequence  $s_j$  is  $\Delta$ -closed if and only if no supersequence  $s_i$  exists such that  $\text{support}(s_j) \leq \text{support}(s_i) + \Delta$ . This definition has two important consequences:

1. The set of 0-closed sequences for a sequence database is equivalent to its set of closed sequences as defined in Subsection 2.4.
2. Test set of  $d$ -closed sequences for a sequence database  $SDB$ , where  $d = |SDB|$ , is equivalent to its set of maximal sequences as defined in Subsection 2.6.

Figure 5 outlines a simple method for deducing  $\Delta$ -closed sequences from closed sequences. The algorithm examines sequences ordered by increasing support, and for each sequence  $s_i$  removes any other subsequence  $s_j$  which offers an increase in support less than or equal to  $\Delta$ . As part of our future work, we hope to integrate this concept directly into the sequence mining algorithm to further increase efficiency.

**EXAMPLE 6 ( $\Delta$ -Closed Sequence Mining).** Figure 6 illustrates the function of the  $\Delta$ -closed sequence algorithm for  $\Delta = 1$ . Starting from the bottom of the PrefixSpan tree (i.e. those sequences with the lowest support), the algorithm removes other subsequences which offer a support increase less than or equal to  $\Delta$ . Considering the lexical order of the sequences, the sequence  $ACD:2$  causes  $AC:3$  to be removed,

Figure 6: 1-closed sequences of  $SDB$

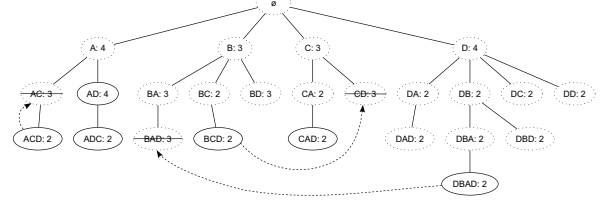
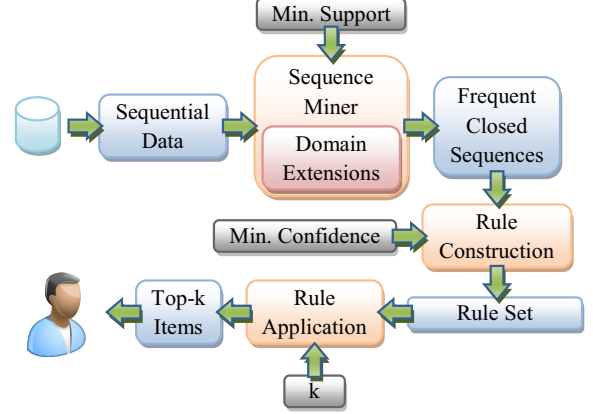


Figure 7: An overview of the recommender design



$BCD:2$  causes  $CD:3$  to be removed and  $DBAD:2$  causes  $BAD:3$  to be removed. The analysis continues for sequences with a support of 3. Notice that as  $BAD:3$  has already been removed,  $AD:4$  remains in the result set.

## 3. RECOMMENDER DESIGN

Our recommender was designed specifically with the intention of predicting a user's first add-to-basket action following a series of navigational or view actions, collectively referred to as *leading events*. The recommendation process can be decomposed into three stages, mirroring the design proposed in [13]: the sequential pattern mining stage, the rule construction stage and the rule application stage. An overview of the recommender design is illustrated in Figure 7.

### 3.1 Sequential Pattern Mining Stage

Rather than naively mining all relevant sequences from the learning set (i.e. the frequent, closed,  $\Delta$ -closed or maximal sequences) and then filtering the results, the sequence miner was modified to only mine sequences ending with an add-to-basket event. This was immensely important as an initial analysis indicated that mining the entire set of sequences would be extremely expensive and thus render sequence mining at sufficiently low minimum supports infeasible.

As PrefixSpan builds sequences from left to right in a tree-like fashion mine, search space pruning is most effective near the root. As a result, the input sequences were reversed and a restriction that all sequences began with an add-to-basket event was enforced, drastically reducing the search

space. Modifications also had to be made to both the BIDE closure and BackScan pruning algorithms to prevent any backwards extensions prior to the first item preventing such a sequence from being considered closed or inadvertently pruned. Following the mining process, the sequences were once again reversed.

In addition, limiting the maximum number of leading events improved the performance of the sequence miner, effectively limiting its maximum search depth.

### 3.2 Rule Construction Stage

Following the sequential pattern mining stage, the rule construction stage converted each sequence  $s$  in  $S_{f_c}$  into a sequential rule  $r$  in the form  $r_l \rightarrow r_r$ . As each sequence found in the previous stage consisted of a number leading events followed by an add-to-basket event this was quite straight forward: the left hand side of the rule  $r_l$  is simply the subset of leading events from  $s$ , while the right hand side  $r_r$  is the add-to-basket event. Optionally, in particular in situations where the size of the rule set must be minimized, a candidate rule  $r$  may be excluded from a rule set  $R$  when  $\text{confidence}(r) < \text{confidence}_{\min}$ . Formally a rule's confidence is defined as (Equation 1):

$$\text{Confidence}(r_l \rightarrow r_r) = \frac{\text{support}(r_l \cup r_r)}{\text{support}(r_l)} \quad (1)$$

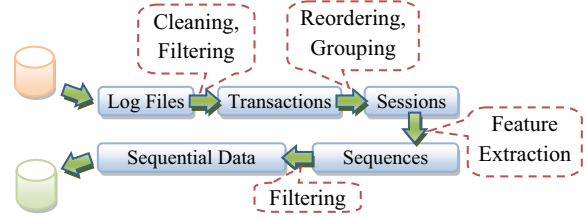
### 3.3 Rule Application Stage

The rule application stage utilizes the rule set  $R$  to produce a product ranking for a leading event sequence,  $s_l$ , comparable to the procedure outlined in [13]. For each rule  $r \in R$ , the left hand side  $r_l$  is compared against  $s_l$  and in the case that  $s_l$  contains  $r_l$ , the rule is activated and increases the ranking of the product or product categories specified by the right hand side  $r_r$ . The magnitude of the increase is typically given by a weight derived from the rule itself. We tested a number of weights, namely the rule's *relativesupport* (Equation 2), *confidence* (Equation 1), *relativesupport* · *confidence* [13] and *lift* (or *interest*) [3] for our recommender. Lift, whose equation is given in Equation 3, addresses the fact that high confidence rules may be misleading as confidence ignores the support of rule's consequent. Higher lift values indicate that the antecedent and consequent are not statistically independent and hence some relationship exists between them. Importantly, lift does not indicate a causal relationship but rather measures co-occurrence. Finally, the top- $k$  products from the resulting ranking are selected as the output of the recommender as described by [13].

$$\text{RelativeSupport}(r_l \rightarrow r_r) = \frac{\text{support}(r_l \cup r_r)}{|SDB|} \quad (2)$$

$$\text{Lift}(r_l \rightarrow r_r) = \frac{\text{support}(r_l \cup r_r)}{\text{support}(r_l) \cdot \text{support}(r_r)} \quad (3)$$

Figure 8: Outline of data processing



## 4. METHODOLOGY

The datasets used for this evaluation were derived from the *OnlineShop*<sup>1</sup> click stream. This click stream, collected from a leading online supplier of nutritional supplements over two six month periods, between October 2008 and March 2009, and December 2009 and May 2010, contains HTTP requests from over 550,000 sessions. This was processed to create two datasets, namely *OnlineShop* and *OnlineShopMD* (a multi-dimensional version). Both datasets are currently publicly available online in an anonymized form at <http://sequin.codeplex.com/releases>.

### 4.1 Data processing

Prior to conducting the evaluation, the source data was processed as outlined in Figure 8, comparable to [15]. Working with the original Apache web server log files, the HTTP request records were cleaned and transformed into transactions. Records originating from search engine bots as well as image requests were removed. In a second step, the transactions were grouped into sessions based on the request's IP address and user agent string, thus identifying unique users. Furthermore the time between requests was considered: a new session was created in situations where more than 30 minutes elapsed between requests. Following this, the sessions were subjected to graph-based feature extraction to create sequences of events. In this case, we were interested in the browsing and buying actions of the customers and extracted events corresponding to product category view, product view and add-to-basket actions.

Finally, some additional filtering was applied to the sequences as, for purposes of our evaluation, only the subsequences leading up to and including the first add-to-basket event were relevant. Consequently, each sequence contained a series of view events and exactly one add-to-basket event. Moreover, product views directly before an associated add-to-basket event were removed to prevent erroneous rule generation as the site only permits products to be added to the shopping basket from a product view page. Sequences without at least two events were excluded as they were unsuitable for recommendation purposes.

### 4.2 Dataset Properties

The processed *OnlineShop* dataset contained 3,506 sequences with an average of 5.8 events per sequence (4.8 view events followed by an add-to-basket). As this dataset was single dimensional, each event contained one item. The multidimen-

<sup>1</sup>The identity of the online shop has been anonymized

sional *OnlineShopMD* dataset was created by reprocessing the *OnlineShop* dataset and inserting additional items into the events to represent their attributes. Each category view, product view or add-to-basket was expanded with items representing an item’s position in the site’s product hierarchy as obtained by crawling the website. The crawler recorded attributes such as product category, brand and price class, as well as allergy information and ingredients by traversing the site’s menus and extracting key fields. In total, 175 additional unique items were added to the dataset. Although the expansion increased the average number of items per event to 4.7 items, the properties of this dataset otherwise remained the same.

### 4.3 Experimental Technique

Throughout the evaluation, the recommender’s performance was measured using ten-fold cross validation [24] to ensure the general validity of results. The learning and testing phases were repeated 10 times using a different 10% of the source sequences for testing. In each instance the remaining 90% of the sequences were used for sequence mining to derive the rule set used for testing. During learning the recommender had access to both the lead events and the add-to-basket events, while during the testing phase the add-to-basket events were withheld.

Rules were matched with against a fixed number leading events (events prior to the add-to-basket event) and used to generate a recommendation set with the aim of predicting the sole withheld add-to-basket event. A *hit* signifies a successful recommendation, i.e. the add-to-basket event is contained within the recommendation set. Formally, the accuracy of a recommender can be defined in terms of recall and precision, as well as their harmonic mean, the *F1* metric [9] (Equations 4, 5 and 6). In this case, as a maximum of one hit can be produced by each sequence, recall is defined as the proportion of sequences in which the recommendation set contained the hidden add-to-basket event. Similarly, as at most one hit is possible for each recommendation due to the experimental design, precision is proportional to the size of the recommendation set,  $k$ . Hence, in our evaluation we report only recall figures.

$$Recall = \frac{\sum hits}{\#sequences} \quad (4)$$

$$Precision = \frac{\sum hits}{\#sequences \cdot k} \quad (5)$$

$$F1 = \frac{2 \cdot Precision \cdot Recall}{Precision + Recall} \quad (6)$$

## 5. EVALUATION

The objective of our evaluation is to comparatively analyze the predictive accuracy of different sequential pattern mining variants and design variants of recommendation approaches and test the following hypotheses:

1. **(H1):** The impact of multidimensionality introduced by product knowledge: We hypothesize that additional semantic information about the recommendable items should increase the predictive accuracy of the recommendation approach.
2. **(H2):** Lift metric: Using the lift metric for weighting sequential rules should lead to improved accuracy results on multidimensional data.
3. **(H3):** The impact of  $\Delta$ -closed frequent patterns: We assume that the  $\Delta$ -closed concept can be utilized to filter sequential patterns without compromising on the accuracy of the recommendations generated.

### 5.1 Experimental Setup

To limit the complexity of the rule mining, environmental parameters of the sequence miner and rule generation component were held constant throughout the evaluation. Specially, we applied a minimum support of 10 sequences (i.e. a relative minimum support of 0.3%) and did not restrict the minimum confidence of the rules generated. Furthermore, we limited the maximum number of leading events to five view events prior to the add-to-basket in order to ensure that the sequences represented shallow user models. In addition, the system produced recommendation for five items and hence precision was exactly one-fifth of recall.

### 5.2 Impact of Multidimensionality

In a first step, we mined only single dimensional sequential rules and examine the resulting recommender recall. As outlined in Table 2, the recommender achieved a recall of approximately 16% which we subsequently use as a baseline. Rel. support  $\times$  confidence performed the best out of the metrics, supporting the findings of [13].

We subsequently turned our attention to the effect of introducing multidimensionality into rule antecedents. Table 3 lists the performance of different recommender variants for a variety of sequence subsets. Clearly, the additional multidimensional information improved accuracy, increasing recall values to around 25%. Interestingly, despite the explosion of rules (approximately 2000 $\times$ ) produced by using the complete set of frequent sequences, none of these recommender variants performed significantly better than those based on either the closed or maximal frequent sequence subsets. In addition, it can be observed that relative support lags behind the three other weighting metrics.

Following this we introduced further multidimensionality into the rule consequents, producing rules that affect the rankings of not only items but also item categories. The results are presented in Table 4. For complexity reasons, we were unable to mine and utilize the entire set of frequent sequences and were instead limited to using the closed and maximal subsets. Examining the increase in rule counts, it is clear that the increase resulted from the large number of categories, effectively reducing rules with product consequents to less than one percent of the rule base. Not surprisingly, recall declined sharply for most weighting metrics despite the extra information. As hypothesized in H2, the lift metric was more resilient, maintaining recalls of between 21 and 22%, being better able to identify statistically independent relationships.

**Table 2: Recommender recall for single dimensional sequential rules**

Sequence Subset	Rule Count	Rel. Support*	Confidence*	Rel. Support $\times$ Confidence*	Lift*
Frequent	76.3	16.3% $\pm$ 1.4%	16.1% $\pm$ 1.3%	16.3% $\pm$ 1.1%	14.8% $\pm$ 1.0%
Closed	76.3	16.1% $\pm$ 1.4%	16.0% $\pm$ 1.2%	16.3% $\pm$ 1.2%	14.7% $\pm$ 1.0%
Maximal	64.7	13.4% $\pm$ 1.0%	14.5% $\pm$ 0.8%	14.5% $\pm$ 0.9%	13.3% $\pm$ 0.9%

\* 95% confidence intervals given

**Table 3: Recommender recall for sequential rules with multidimensional antecedents**

Sequence Subset	Rule Count	Rel. Support*	Confidence*	Rel. Support $\times$ Confidence*	Lift*
Frequent	1901987.3	22.8% $\pm$ 1.5%	24.6% $\pm$ 1.5%	23.7% $\pm$ 1.5%	24.0% $\pm$ 1.3%
Closed	891.1	21.4% $\pm$ 1.6%	25.3% $\pm$ 1.6%	23.8% $\pm$ 1.6%	24.9% $\pm$ 1.7%
Maximal	325.7	17.8% $\pm$ 1.4%	22.0% $\pm$ 1.7%	22.0% $\pm$ 1.6%	21.1% $\pm$ 1.3%

\* 95% confidence intervals given

**Table 4: Recommender recall for sequential rules with multidimensional antecedents and consequents**

Sequence Subset	Rule Count	Rel. Support*	Confidence*	Rel. Support $\times$ Confidence*	Lift*
Closed	158210.9	11.8% $\pm$ 1.5%	19.0% $\pm$ 1.6%	17.4% $\pm$ 1.5%	22.0% $\pm$ 1.4%
Maximal	37351.6	6.4% $\pm$ 1.5%	14.7% $\pm$ 1.3%	14.6% $\pm$ 1.4%	21.1% $\pm$ 1.5%

\* 95% confidence intervals given

Based on these findings we then considered the possibility of treating rules with category consequents as weaker rules and explored the effect of applying an additional weighting factor. As depicted in Figure 9, recall increased for smaller weights. A peak recall value of 28% was obtained for a weight of  $\frac{1}{30}$ .

Thus the findings supported both hypotheses H1 and H2.

### 5.3 Performance of $\Delta$ -Closed Frequent Sequences

Having observed that introducing multidimensional information into rule antecedents and consequents greatly increases the overall rule count, we considered the possibility of utilizing a reduced subset of frequent sequences. Figure 10 outlines the continuum of different sets of  $\Delta$ -closed frequent sequences between the two extremes of closed and maximal frequent sequence subsets. Clearly it is possible to reduce the rule set by a factor of two while still preserving reasonable recommendation accuracy of around 28%, thus supporting Hypothesis H3.

## 6. CONCLUSIONS

In this paper we have presented an empirical study of different design variants of sequential pattern mining for recommending items of interest to shallow user profiles. Using a historical dataset obtained from a leading e-tailer of nutritional supplements, we demonstrated how integrating

multidimensional product knowledge can be used to increase recommender recall. Furthermore, we introduced the concept of  $\Delta$ -closed frequent sequences and showed how this can be applied to reduce the volume of patterns generated without compromising on accuracy of recommender results. The best recommender configuration, utilizing lift, achieved a remarkable recall of 28% for short user navigation sequences of less than five view events.

## 7. SOFTWARE

The software for the evaluation was implemented using the *Sequin* library, an open-source sequence mining library written in C#. Created specifically to support the needs of web mining for personalization, *Sequin* provides classes for web server log processing, session reconstruction, a customizable implementation of the BIDE algorithm and a platform for performing evaluations. The library, together with source code and documentation, is available from <http://sequin.codeplex.com>.

## 8. ACKNOWLEDGMENTS

Parts of this work have been financed by ÖNB grant no. 13.000 of the Austrian National Bank Jubilee Foundation. The research has been conducted in collaboration with Smarter Ecommerce GmbH (<http://smarter-ecommerce.com/>). Furthermore, the authors would like to thank Vitalabo Handels GmbH (<http://www.vitalabo.at/>) for providing the

Figure 9: Sensitivity analysis for recommender recall for closed sequential rules with multidimensional antecedents and consequents using lift

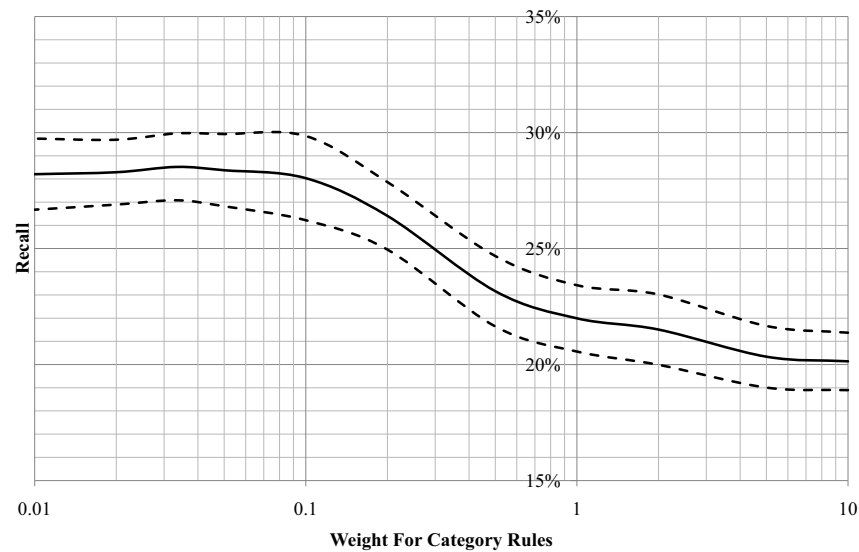
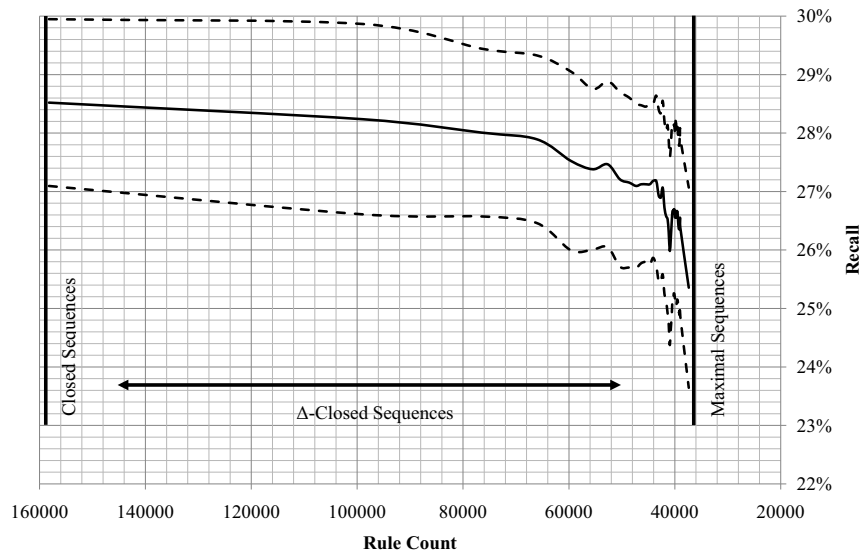


Figure 10: Sensitivity analysis for rule count for sequential rules with multidimensional antecedents and consequents using lift and a  $\frac{1}{30}$  weighting for category consequents



anonymized weblog used for this evaluation.

## 9. REFERENCES

- [1] R. Agrawal and R. Srikant. Mining sequential patterns. In *ICDE '95: Proceedings of the Eleventh International Conference on Data Engineering*, pages 3–14, Washington, DC, USA, 1995. IEEE Computer Society.
- [2] B. Berendt and M. Spiliopoulou. Analysis of navigation behaviour in web sites integrating multiple information systems. *The VLDB Journal*, 9:56–75, 2000. 10.1007/s007780050083.
- [3] S. Brin, R. Motwani, J. D. Ullman, and S. Tsur. Dynamic itemset counting and implication rules for market basket data. In *SIGMOD '97: Proceedings of the 1997 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, pages 255–264, New York, NY, USA, 1997. ACM.
- [4] A. G. Büchner and M. D. Mulvenna. Discovering internet marketing intelligence through online analytical web usage mining. *SIGMOD Rec.*, 27(4):54–61, 1998.
- [5] M. Eirinaki and M. Vazirgiannis. Web mining for web personalization. *ACM Trans. Internet Technol.*, 3(1):1–27, 2003.
- [6] K. Gouda, M. Hassaan, and M. J. Zaki. Prism: A primal-encoding approach for frequent sequence mining. *Data Mining, IEEE International Conference on*, 0:487–492, 2007.
- [7] K. Gouda and M. J. Zaki. Efficiently mining maximal frequent itemsets. In *ICDM '01: Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Data Mining*, pages 163–170, Washington, DC, USA, 2001. IEEE Computer Society.
- [8] Y. Hu and R. Han. An improved algorithm for mining maximal frequent patterns. In *JCAI '09: Proceedings of the 2009 International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pages 746–749, Washington, DC, USA, 2009. IEEE Computer Society.
- [9] L. T. Jonathan Herlocker, Joseph Konstan and J. Riedl. Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Trans. Inf. Syst.*, 22(1):5–53, 2004.
- [10] R. Kohavi. Mining e-commerce data: the good, the bad, and the ugly. In *KDD '01: Proceedings of the seventh ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, pages 8–13, New York, NY, USA, 2001. ACM.
- [11] M. Koufaris. Applying the technology acceptance model and flow theory to online consumer behavior. *Information Systems Research*, 13(2):205 – 223, 2002.
- [12] M. Koufaris, A. Kambil, and P. A. Labarbera. Consumer behavior in web-based commerce: An empirical study. *International Journal of Electronic Commerce*, 6(2):115–138, 2001-2002.
- [13] W. Lin and S. A. Alvarez. Efficient adaptive-support association rule mining for recommender systems. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 6:83–105, 2002.
- [14] B. Mobasher, R. Cooley, and J. Srivastava. Automatic personalization based on web usage mining. *Commun. ACM*, 43(8):142–151, 2000.
- [15] B. Mobasher, H. Dai, T. Luo, and M. Nakagawa. Discovery and evaluation of aggregate usage profiles for web personalization. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 6:61–82, 2002. 10.1023/A:1013232803866.
- [16] F. Nakagaito, T. Ozaki, and T. Ohkawa. Discovery of quantitative sequential patterns from event sequences. *Data Mining Workshops, International Conference on*, 0:31–36, 2009.
- [17] J. Pei, J. Han, B. Mortazavi-Asl, J. Wang, H. Pinto, Q. Chen, U. Dayal, and M.-C. Hsu. Mining sequential patterns by pattern-growth: The prefixspan approach. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16:1424–1440, 2004.
- [18] H. Pinto, J. Han, J. Pei, K. Wang, Q. Chen, and U. Dayal. Multi-dimensional sequential pattern mining. In *CIKM '01: Proceedings of the tenth international conference on Information and knowledge management*, pages 81–88, New York, NY, USA, 2001. ACM.
- [19] M. Plantevit, A. Laurent, and M. Teisseire. Hype: mining hierarchical sequential patterns. In *DOLAP '06: Proceedings of the 9th ACM international workshop on Data warehousing and OLAP*, pages 19–26, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- [20] M. Spiliopoulou. Web usage mining for web site evaluation. *Commun. ACM*, 43(8):127–134, 2000.
- [21] R. Srikant and R. Agrawal. Mining sequential patterns: Generalizations and performance improvements. In *EDBT '96: Proceedings of the 5th International Conference on Extending Database Technology*, pages 3–17, London, UK, 1996. Springer-Verlag.
- [22] P. Tzvetkov, X. Yan, and J. Han. Tsp: Mining top-k closed sequential patterns. In *Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Data Mining (ICDM'03)*, pages 347–354. IEEE Press, 2003.
- [23] J. Wang, J. Han, and C. Li. Frequent closed sequence mining without candidate maintenance. *IEEE Trans. on Knowl. and Data Eng.*, 19(8):1042–1056, 2007.
- [24] A. Webb. *Statistical Pattern Recognition*. John Wiley and Sons, Ltd, 2003.
- [25] B. Xiao and I. Benbasat. E-commerce product recommendation agents: use, characteristics and impact. *MIS Quarterly*, 31(1):137–209, 2007.
- [26] X. Yan, J. Han, and R. Afshar. Clospan: Mining closed sequential patterns in large datasets. In *In SDM*, pages 166–177, 2003.
- [27] M. J. Zaki and C. jui Hsiao. Charm: An efficient algorithm for closed itemset mining. pages 457–473, 2002.



# Controlling patientenbezogener Kooperationsstrukturen im Gesundheitswesen der Zukunft mit Routinedaten

Haithem Derouiche  
Siemens Healthcare  
Hartmannstr. 16  
91052 Erlangen  
+49 (9131) 84-6791

haithem.derouiche@  
siemens.com

Jörg Purucker  
Universität Erlangen-Nürnberg  
Lange Gasse 20  
90403 Nürnberg  
+49 911 5302 386

joerg.purucker@  
wiso.uni-erlangen.de

Freimut Bodendorf  
Universität Erlangen-Nürnberg  
Lange Gasse 20  
90403 Nürnberg  
+49 911 5302 450

bodendorf@  
wiso.uni-erlangen.de

## ABSTRACT (ZUSAMMENFASSUNG)

Dem deutschen Gesundheitswesen steht ein massiver Umbruch bevor. Der Wettbewerbsdruck erfordert eine Intensivierung der Koordination unter den Leistungserbringern sowie eine stärkere ökonomische Ausrichtung. Studien und Gutachten belegen, dass hier nach wie vor große Herausforderungen zu bewältigen sind. In dem Beitrag werden wesentliche Entwicklungsszenarien analysiert. Im Anschluss wird dargestellt, welche besonderen Herausforderungen bei der Steuerung von Kooperationsstrukturen im Gesundheitswesen zu berücksichtigen sind und wie Methoden der sozialen Netzwerkanalyse im Kooperationscontrolling mit Routinedaten angewendet werden können.

## Keywords (Schlüsselwörter)

Zukunftsszenarien, Kooperationscontrolling, Integrierte Versorgung, Netzwerkanalyse

## 1. Einleitung

### 1.1 Ausgangssituation

Im deutschen Gesundheitswesen zeichnet sich ein radikaler Umbruch ab. Vor dem Hintergrund der Finanzierungsproblematik greifen vermehrt private Investoren in die Gesundheitsversorgung ein, stationäre und ambulante Leistungserbringer vernetzen sich sektorenübergreifend untereinander. Integrierte Versorgungsstrukturen (IVS) übernehmen zunehmend Verantwortung für Qualität und Effizienz der Versorgungsprozesse. Der mündige Patient fordert mehr Mitbestimmung in Gesundheitsfragen, muss allerdings auch selbst in verstärktem Maße finanziell dafür aufkommen. Durch den hohen

Wettbewerbsdruck entwickelt sich das Gesundheitswesen zunehmend zum Gesundheitsmarkt. Dies hat auch weit reichende Auswirkungen auf die Vorleistungsindustrien (Medizintechnik und Pharma) und auf den IT-Bereich.

Die Praxisnetz-Studie 2009, eine empirische Studie zum Reifegrad von Praxisnetzen, zeigt, dass die Netze in organisatorischer und technischer Hinsicht noch vor vielen ungelösten Herausforderungen stehen. Dies betrifft insbesondere die IT-Unterstützung und das Controlling, das durch mangelnde Transparenz über die Versorgungsprozesse beeinträchtigt wird [22].

## 1.2 Forschungsmethodik

Zur Erfassung von Rahmenbedingungen, Anforderungen und Informationsbedarfen in der Problemdomäne kann auf viele Veröffentlichungen im Umfeld der Gesundheitsökonomik zurückgegriffen werden, die über Literaturreviews analysiert werden. Die Ergebnisse daraus werden ergänzt durch Erkenntnisse aus Praxisbeispielen und Fallstudien, die in Zusammenarbeit mit dem Versorgungsnetz „QuE - Qualität und Effizienz“ erarbeitet wurden, sowie durch eine empirische Studie [22]. Bei den Methoden für die Szenarioanalyse werden der intuitive und der modellgestützte Ansatz unterschieden. Wesentliche Kriterien des modellgestützten Ansatz, der definierte Prozessschritte umfasst, sind Stabilität, Unterscheidbarkeit, Stimmigkeit, Konsistenz und Widerspruchsfreiheit der Szenarien [33, 34]. Beim intuitiven Ansatz gibt es keine einzelne standardisierte Methode zur Szenarioerstellung. Die Entwicklung wird als iterativer Prozess verstanden, der durch das Wissen der Teilnehmer und deren Kreativität getragen wird [35]. Im Forschungsprojekt wird der intuitive Ansatz als Grundlage herangezogen. Er erlaubt es, die Problemstruktur mit ihren vielschichtigen Interdependenzen und Wirkungszusammenhängen multidimensional zu erfassen. Der iterative und agile Ansatz ermöglicht eine schrittweise Annäherung an die rasante Entwicklung im Gesundheitswesen [35]. Bei der Erarbeitung der IT-Architektur und der Anwendungen werden Ansätze, Methoden und Praxisbeispiele z.B. im Data Mining, Benchmarking und in der Netzwerkanalyse über Reviews analysiert. Die Erkenntnisse fließen über Induktion und Deduktion in die Konzeption ein. Die Anwendungen werden mithilfe von Prototypen veranschaulicht. Die Evaluation erfolgt durch Abgleich mit den definierten

Anforderungen (Korrespondenz) und durch Bewertung von Domänenexperten (Konsens).

## 2. Entwicklungen im Gesundheitswesen

### 2.1 Trends

Demografische und volkswirtschaftliche Entwicklungen sowie der steigende Aufwand für medizinisch-technische Innovationen stellen das Gesundheitssystem vor große Herausforderungen, denen seitens des Gesetzgebers durch eine Förderung des Wettbewerbs um Qualität und Wirtschaftlichkeit begegnet wird. Neben den klassischen Aufgaben, Leben zu erhalten, Gesundheit zu schützen und wiederherzustellen, müssen medizinische Leistungserbringer zunehmend wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen, um im Gesundheitsmarkt bestehen zu können. Diese Entwicklung hin zur betriebswirtschaftlichen Orientierung wird durch die Bildung neuer Organisationsformen verstärkt [19]. Im Folgenden werden wichtige Trends vorgestellt, die sich aus der Mittelknappheit ergeben:

*Optimierung und Vereinheitlichung der Versorgungsprozesse:* Um im Markt bestehen zu können, wird es nötig sein, Behandlungsprozeduren zu optimieren und vereinheitlichen, um Qualitätsverbesserungen und Kostenersparnisse zu erzielen. Einzelne Leistungserbringer können aufgrund der Komplexität und der hohen Innovationsdichte nicht alle Versorgungsprozesse selbst definieren und werden deswegen zunehmend auf externes, evidenzbasiertes Wissen zurückgreifen. Die Gestaltung und Überarbeitung von Versorgungsprozessen setzt eine umfassende Transparenz über das Kosten- und Leistungsgeschehen voraus. Veränderungen müssen frühzeitig erkannt und bei der Planung berücksichtigt werden.

*Sinkende Anzahl stationärer Anbieter:* Der steigende Wettbewerbsdruck führt im stationären Sektor zu einer stetig sinkenden Anzahl von Krankenhäusern (1997: 2258; 2007: 2087). Diese Entwicklung wird sich durch weitere Deregulierungen und den erhöhten Wettbewerbsdruck fortsetzen. Es wird prognostiziert, dass die Anzahl noch weiter, bis auf ca. 1600, sinken wird [14, 27]. Als Konsequenz sind die Kliniken gefordert zu handeln und Verbesserungspotentiale zu realisieren. Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist die Verringerung nur problematisch, wenn die Versorgung in den betroffenen Regionen nicht mehr sichergestellt ist.

*Verschiebung hin zu privaten Kliniken:* Eine weitere Konsequenz des Wettbewerbs- und Innovationsdrucks ist die Verschiebung des Verhältnisses von öffentlichen bzw. freigemeinnützigen zu privaten Krankenhausträgern mit stärkerer unternehmerischer Ausrichtung und den damit verbundenen Effizienzvorteilen. Private Krankenhäuser sind mit mehr Kapital ausgestattet und können damit eher Investitionen tätigen, um dem Innovationsdruck nachzukommen und Behandlungsprozesse qualitativ und kostenmäßig zu verbessern [14, 3]. Die Verschiebung im Krankenhaussektor hin zu privaten Anbietern, die auf lukrative Behandlungsbereiche ausgerichtet sind, bringt erhebliche strukturelle Herausforderungen mit sich. Um die regionale Versorgung abzusichern, sind Absprachen nötig, so dass insgesamt ein komplettes qualitativ hochwertiges Angebot gewährleistet werden kann.

*Integrierte Versorgung:* Strukturen der Integrierten Versorgung (IVS) zielen darauf ab, die berufsgruppenübergreifende Zusammenarbeit zwischen den Leistungserbringern zu verbessern und die Über-, Unter- und Fehlversorgung zu vermeiden, die vom Sachverständigenrat mehrfach bemängelt wurde. Zentrale Instrumente der Integrierten Versorgung sind die Förderung der funktions- und sektorübergreifenden Kooperation, die Übernahme ökonomischer Verantwortung durch die Leistungserbringer und der Ausbau der Informationsintegration. Wichtige Formen von IVS sind Praxisnetze (Kooperation rechtlich selbstständiger Leistungserbringer mit Fokus auf den ambulanten Bereich), Medizinische Versorgungszentren (Organisationform in der Ärzte als Angestellte arbeiten können) und Ambulanzzentren. Ambulanzzentren sind dem Krankenhausbetrieb vorgeschaltet und können Diagnosen unter Zugriff auf die Technik der Klinik durchführen, so dass der Prozess bei der anschließenden Krankenhausbehandlung verkürzt werden kann [16].

*Spezialisierung:* Das immer komplexere Angebot an Gesundheitsleistungen macht es nahezu unmöglich, eine Vielzahl heterogener Leistungen effizient zu erbringen. Aus diesem Grund spezialisieren sich die Leistungserbringer zunehmend auf Bereiche, in denen sie Wettbewerbsvorteile erzielen können [9]. Ein Beispiel dafür ist die Operation von Hernien, die in Kanada mit hohen Fallzahlen und einer hohen Produktivität durchgeführt werden. Die Erfahrungen zeigen, dass die Spezialisierung die persönliche Beziehung zum Patienten erschwert, andererseits aber die Qualität der Versorgung durch Erfahrungskurveneffekte verbessert werden kann [19]. Der Trend zu Spezialisierung führt auch zur Übertragung von Aufgaben aus der stationären in die ambulante Versorgung, so dass sich Krankenhäuser auf Fälle beschränken, die zwingend Übernachtung und Verpflegung erfordern. Diese Entwicklung ist bereits erkennbar: Die durchschnittliche Verweildauer sank von 14,0 Tagen im Jahr 1991 auf 8,3 Tage im Jahr 2007 [27]. Der Trend zur Konzentration auf Kernprozesse könnte so weit führen, dass Kliniken der Spitzenversorgung kleiner werden und sich im Rahmen der Basisversorgung auf das reine Anbieten von Know-how beschränken [16].

### 2.2 Versorgungsprozesse

Veränderungen an den Versorgungsprozessen betreffen insbesondere die Schnittstellen zwischen den Leistungserbringern untereinander und zu den anderen Beteiligten im Gesundheitswesen, insbesondere zu den Patienten und Krankenversicherungen (vgl. Abbildung 1).

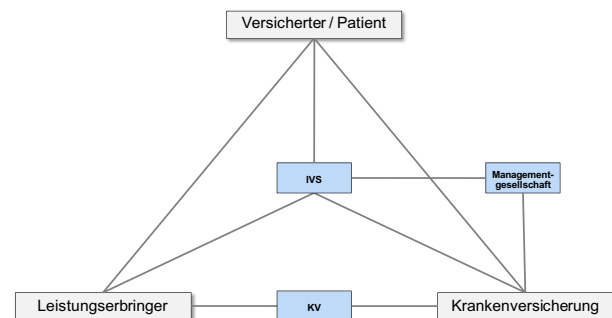


Abbildung 1: Akteure in der Integrierten Versorgung

### 2.2.1 Patient – Leistungserbringer

Die Zukunftsfähigkeit von Koordinationsmodellen und Organisationsformen zeigt sich besonders an der Interaktion der Versorger mit den Patienten. Der Patient ist derzeit in der Wahl seiner Behandlung zumeist frei, falls er nicht freiwillig an einem Versorgungsprogramm aus einem der Wahltarife teilnimmt. Lediglich in der stationären Behandlung im Rahmen von Clinical Pathways und DRGs sind Behandlungswege vorgegeben. In Zukunft wird die Patientenbehandlung durch die Liberalisierungsbemühungen des Gesetzgebers im ambulanten und stationären Bereich noch flexibler sein als aktuell.

Die ambulante Behandlung der Zukunft steht im Zeichen des wirtschaftlich selbstständiger und medizinisch effektiver agierenden Mediziners, dem der informierte und selbstbewusste Patient gegenüber steht. Dessen Bedürfnis nach einer umfassenden Beratung wird auch angesichts des verbesserten Informationsstandes wachsen, den der Patient durch die vorab recherchierten Informationen zu Symptomen und Behandlungsalternativen hat. Zudem wird der Patient versuchen, aus den selbst gewählten Wahlтарifen möglichst viele Leistungen abzugreifen. Auf der anderen Seite hat der Arzt mehr Möglichkeiten, auf den Patienten einzugehen, z.B. im Rahmen des Case Managements oder individueller Gesundheitsleistungen. Der Arzt von morgen sollte sich vermehrt als „biopsychosozialer Berater“ sehen, der seiner zunehmend alternden Patientengemeinde mit seinem durch Erfahrung geprägten Wissen und seinen vielfältigen Fertigkeiten entgegenkommt. [4]

#### Koordinierte Behandlung

Seit Beginn des 21. Jahrhunderts zeigt der Trend in der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) die Prozeduren im Gesundheitswesen betreffend eine sukzessive Auflösung des individuellen Arzt-Patienten-Verhältnisses hin zu überpersonalen Institutionen [5]. Der einzelne Arzt ist demnach nicht mehr alleiniger fachlicher Entscheidungsträger, nachdem der Gesetzgeber und seine Organe den Leistungskatalog bestimmt und die Vertragspartner sich mittels Verträgen über die genaue Umsetzung geeinigt haben. Der Versicherte hat nur mit der Wahl seiner Krankenkasse und ggf. eines Wahlтарifs die Möglichkeit, über Leistungsangebote zu entscheiden. Die Maßnahmen zur Kosteneindämmung der vergangenen Jahre haben die ökonomische Rationalisierung der medizinischen Versorgung intensiviert. Aus dieser Perspektive heraus wird die bis vor einigen Jahren existierende, durch staatliche Daseinsfürsorge gestaltete Versorgung vermehrt dem freien Wettbewerb überlassen. Der Prozess der Leistungserbringung wird für die Zukunft zwar (ökonomisch) transparent, aber nicht automatisch medizinisch optimal. Dessen sind sich auch die Betreiber kooperativer Versorgungseinrichtungen bewusst und nennen das Problem den Zwang zur erlösorientierten Medizin [16]. Dieser Problematik kann durch die Weiterentwicklung von Qualitätsindikatoren begegnet werden.

#### Kommunikation und Compliance

Die Patienten legen zunehmend Wert auf eine Beteiligung an der Entscheidungsfindung bezüglich diagnostischer und therapeutischer Schritte (shared decision making). Nur durch eine umfassende vorherige Aufklärung über die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität der beteiligten Leistungserbringer kann der

Patient die erforderliche Risikobewertung vornehmen [2]. Die Anstrengungen der Leistungserbringer zur Mitwirkung der Patienten an der Therapie können grundsätzlich mit denen der Pharmaindustrie verglichen werden. Der Unterschied besteht darin, dass durch Non-Compliance Folgekrankheiten oder Krankenhauseinweisungen notwendig werden können, die den pharmazeutischen Unternehmen mehr Umsatz bringen aber den Bemühungen der Leistungserbringer um eine wirtschaftliche Versorgung entgegenstehen. Als wichtigster Einflussfaktor hat sich die Kommunikation im Arzt-Patienten-Verhältnis bewährt.

### 2.2.2 Leistungserbringer – Leistungserbringer

#### Kooperation zwischen den Versorgern

Der Begriff Kooperation wird dynamisch betrachtet und nicht nur als eine statische Situationsbeschreibung multilateraler Beziehungen. Die durch den Behandlungsprozess entstehenden Geschäftsprozesse werden unter dem Begriff des Kooperationsprozesses zusammengefasst, der zwischen den kooperierenden Versorgern stattfindet. Im Zeichen der zahlreichen Kooperationsmöglichkeiten und vereinfachten Anstellungsmöglichkeiten von Ärzten zeichnet sich eine sektorenübergreifende Versorgung des Patienten ab. Es ist Absicht des Gesetzgebers, die Sektorengrenzen aufzuheben, um medizinische und ökonomische Schnittstellenprobleme weitestgehend zu eliminieren.

Für die Zukunft ist auch denkbar, dass ein Anbieter medizinischer Geräte mit einer Vorwärtsbewegung in der Wertschöpfungskette bis in den Bereich der Trägerschaft eines medizinischen Instituts vordringt, um strategische Vorteile aus der Doppelposition des Anbieters und Nachfragers seiner Leistungen zu erlangen. Bei einer Fortsetzung des gegenwärtigen Trends in der Gesetzgebung scheint diese Konstruktion nicht abwegig, beachtet man zudem die bereits gegebenen Möglichkeiten zur Gründung und Führung neuartiger Versorgungsformen.

#### Kommunikation

Die Abstimmung und Optimierung der Versorgung erfordert mittelfristig abgestimmte bzw. interoperable Kommunikationsplattformen, die einen reibungslosen, einrichtungsübergreifenden Datenaustausch ermöglichen. Bedingt durch die Verzögerungen bei der zentralen Telematikinitiative und die stark fragmentierten Systeme der Leistungserbringer gibt es auf dem Gebiet noch erhebliche Herausforderungen [22]. Zahlreiche nationale und internationale Initiativen befassen sich damit, Standards für die Telemedizin zu entwickeln, die allseits akzeptiert und genutzt werden können. Diese Standards umfassen Datenformate, Nachrichten zwischen informationsverarbeitenden Systemen, Sicherheitsinfrastrukturen für Transportwege und Daten sowie Chipkarten für Health Care Professionals und Patienten [26]. Der Gesetzgeber muss hier handeln, um den Anschluss an den internationalen Entwicklungsprozess nicht zu verlieren.

### 2.2.3 Krankenversicherungen – Leistungserbringer

Organisation und Finanzierung von IVS werden maßgeblich durch Selektivverträge geregelt, an denen auch Management- und Beratungsgesellschaften beteiligt sein können. Diese befristeten Verträge zielen auf eine Intensivierung des Wettbewerbs unter Umgehung des kollektivvertraglichen

Normensystems ab. Die Vergütung ist frei verhandelbar und steht ganz im Zeichen des wettbewerbsorientierten selektiven Kontrahierens. Selektivverträge werden für die Versicherung zu einem wichtigen Instrument, sich durch die Vermittlung hochwertiger und wirtschaftlicher Versorgungsangebote zu differenzieren. Für IVS sind Selektivverträge eine wichtige Einnahmequelle, um eine Entlohnung für die Anstrengungen zur Verbesserung der Koordination zu erzielen. Bedingt durch den gestiegenen Wettbewerb um Verträge müssen die IVS den Krankenversicherungen fachlich und ökonomisch durchdachte Konzepte für eine umfassende Versorgungskoordination präsentieren und dabei die Interessenlagen der Krankenversicherungen berücksichtigen [30]. Die Entlohnung kann in Form von Komplexpauschalen oder als Beteiligung an erzielten Einsparungen erfolgen. Da die meisten IVS zu klein sind, um von den Krankenversicherungen als gleichberechtigte Ansprechpartner anerkannt zu werden, bilden sich vermehrt Managementgesellschaften, die einerseits als Managementdienstleister für IVS fungieren und andererseits gebündelt Selektivverträge mit Kostenträgern verhandeln können.

Eine große Herausforderung für IVS besteht darin, im Rahmen der Selektivverträge vorteilhafte Vergütungsmodelle auszuhandeln. Zahlreiche sektorspezifische Möglichkeiten zur Leistungsvergütung (z.B. Hausarztverträge) erschweren die Konsensfindung zwischen den Vertragspartnern. Besonders die divergierenden Vorstellungen einzelner Leistungserbringer gefährden die Bemühungen um die nahtlose, sektorenübergreifende Vergütung. Es wird deutlich, dass es keine optimale Vergütungsart für die Leistungserbringung über alle Sektoren hinweg gibt. Für den Wettbewerb zwischen den Versorgungsformen muss die Vergütung jedoch zwingend harmonisiert werden. Maßgeblich sollte dabei eine Orientierung an der Morbidität der Patienten sein. [24]

### 3. Controlling von Kooperationsstrukturen

#### 3.1 Rahmenbedingungen und Anforderungen

Im Folgenden wird der informationsorientierten Controllingkonzeption gefolgt, nach der Controlling dazu dient, die Entscheidungsqualität bei Planung und Kontrolle mithilfe der Informationsversorgung zu verbessern [23]. Kernaufgabe des Controllings von Kooperationsstrukturen ist es demnach, Transparenz über das Kooperationsgeschehen sowie über mögliche Verbesserungspotenziale zu schaffen.

**Tabelle 1: Rahmenbedingungen**

Strukturell	Prozessual
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viele Beteiligte</li> <li>• Viele Professionen</li> <li>• Heterogene Schwerpunkte/ Selektivverträge</li> <li>• Heterarchische Strukturen</li> <li>• Niedrige IT-Affinität</li> <li>• Sensibilität der Daten</li> <li>• Heterogene Quellsysteme</li> <li>• Schwach strukturierte Dokumentationsstandards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einmaligkeit</li> <li>• Hohe Relevanz</li> <li>• Hoher Grad der Arbeitsteilung</li> <li>• Vielzahl von Einflussfaktoren</li> <li>• Lange Dauer</li> <li>• Wissensintensität</li> <li>• Hohe Änderungshäufigkeit</li> </ul>

Tabelle 1 zeigt einige besondere Rahmenbedingungen, die beim Kooperationscontrolling in Gesundheitsnetzen zu berücksichtigen sind [25]. Besonders hervorzuheben ist die Komplexität der Versorgungsprozesse (Individualität, Dauer, Anzahl und Heterogenität der Teilleistungen, Anzahl der Beteiligten), die die Nutzung klassischer Methoden der Prozesssteuerung, wie z.B. den Abgleich von Soll- und Ist-Prozessen und die Analyse von Ablaufmustern erheblich einschränkt. Eine weitere Herausforderung liegt in der Vielzahl der möglichen Kooperationsschwerpunkte, Selektivverträge (krankheitsspezifisch vs. populationspezifisch) und Vertragsbeziehungen, da das Management mehrerer Selektivverträge mit unterschiedlichen Kostenträgern schnell unüberschaubar werden kann.

Die abgeleiteten Anforderungen an das Controllingsystem, werden danach unterschieden, ob sie sich auf die Interaktion mit den Akteuren, auf die Verarbeitung der Informationen oder auf die Integration von Daten aus den Quellsystemen beziehen.

#### Interaktion

*Souveränität bei der Leistungserbringung:* Die hohe Relevanz und die Wissensintensität erfordern, dass die Leistungserbringer jederzeit die Entscheidungshoheit über die Prozessabläufe behalten. Das Controllingsystem darf nur Hinweise und Vorschläge bezüglich der Leistungen unterbreiten. [25]

*Anwendernähe:* Der Spezialisierungsgrad und die Arbeitsteilung erfordern eine dezentrale Ausgestaltung der Controllingverantwortung. Netzvorgaben müssen in Netzgremien unter enger Mitwirkung der Leistungserbringer verabschiedet werden, Verbesserungspotenziale können am besten von den Leistungserbringern selbst identifiziert werden. Aus diesem Grund müssen die IT-Anwendungen eng an den Informationsbedürfnissen der medizinischen Entscheider ausgerichtet werden und darüber hinaus möglichst einfach bedienbar sein. Bei zusätzlichen Dokumentationspflichten im Rahmen der Leistungserbringung ist darauf zu achten, dass der Nutzen für Versorgungsforschung und –management den zusätzlichen Aufwand übersteigt.

*Individualisierung:* Um die Komplexität der Anwendung zu reduzieren, ist darauf zu achten, die Berichte und Analysen entsprechend der Anwenderrollen vorzukonfigurieren. [23]

*Flexibilität:* Wegen der Komplexität und der Vielzahl von Einflussfaktoren ist es nicht möglich alle potenziell relevanten Informationen in einer überschaubaren Zahl vorkonfigurierter Berichte bereitzustellen. Aus diesem Grund müssen die Anwender in der Lage sein, selbst Spezialanalysen z.B. in Form von Drill-Down- oder What-If-Analysen durchzuführen. [23]

#### Verarbeitung

*Integration von Entscheidungsmodellen:* Die Komplexität der Versorgungsprozesse und das nötige Wissen sprechen für eine Verankerung vordefinierter kontextspezifischer Entscheidungsmodelle, insbesondere in Form von Arbeits- und Verfahrensanweisungen, die auf evidenzbasierten Leitlinien basieren, innerhalb der Ausführungs- und Analysesysteme [26, 7].

*Analysepfade:* Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Kooperationsprozesse sind meist nicht auf der obersten Verdichtungsebene zu erkennen. Wegen der hohen Komplexität der Daten und der Vielzahl von Einflussfaktoren ist es oft nicht

einfach, problemrelevante Detailinformationen auf den unteren Verdichtungsebenen zu lokalisieren [23]. Aufgabe des Informationssystems ist es, die Anwender bei der Erarbeitung der Analysepfade zu unterstützen, z.B. dadurch, dass autonom Datenmuster (z.B. Abweichungen) erkannt und präsentiert werden.

*Wissensorientierung:* Die Versorgungsprozesse bieten eine Fülle „impliziten Wissens“, in dem Vorgehensweisen und Erfahrungswerte dokumentiert sind. Aufgabe des Controllingsystems ist es, dieses implizite Wissen sicht- und nutzbar zu machen. [25]

*Risikoadjustierung:* Die Vielzahl der Einflussfaktoren auf die Versorgungsergebnisse (z.B. Alter, Schweregrad, Komorbidität) erschwert einen fairen Vergleich der Versorgungsprozesse und der Leistungserbringer. Aus diesem Grund ist es nötig, sogenannte Risikofaktoren beim Vergleich mit zu berücksichtigen. [15]

*Interessensangleich:* Je deutlicher die Zielkonflikte zwischen den Anspruchsgruppen hervortreten, desto mehr ist es erforderlich, Maßnahmen zum Angleich der Interessen zu treffen. Insbesondere müssen Anreizsysteme geschaffen werden, die die Leistungserbringer an Einsparungen beteiligen und das Erreichen von Qualitätszielen honorieren. [25]

### **Integration**

*Erweiterte Dokumentation:* Die Abrechnungsdokumentation reicht zur Bewertung des medizinischen Outcome nicht aus. Soweit dieser analysiert werden soll, müssen erweiterte Dokumentationsmöglichkeiten und -vorschriften abbildbar sein.

*Integration heterogener Systeme und Daten:* Wegen der mangelnden semantische Kompatibilität der operativen Primärsysteme (z.B. Arztinformationssysteme AIS, Krankenhausinformationssystem KIS) erfolgt der operative Informationsaustausch zwischen den Leistungserbringern nur in Ausnahmefällen elektronisch. Je nach Ausgestaltung der Selektivverträge und der Kooperationsstrategie müssen für ein umfassendes Controlling Daten zusammengeführt werden, die aus unterschiedlichen Systemen (z.B. Abrechnungssystem der Krankenversicherungen, elektronische Patientenakte) extrahiert wurden, um das gesamte Leistungsgeschehen, das von der Kooperation verantwortet wird, zu erfassen. Wichtige Datenquellen sind neben den Primärsystemen der Leistungserbringer oder Patientenakten im Netz insbesondere auch Datenlieferungen der Kostenträger, die z.B. über Leistungsdaten aus dem stationären Sektor verfügen, und der Kassenärztlichen Vereinigungen, die für das Benchmarking Vergleichswerte auf Ebene des Bundeslandes liefern können. [25] Damit die Kooperation spezifische Selektivverträge abbilden kann, muss das Controllingsystem ausreichend Flexibilität bieten, themenspezifisch zusätzliche Datenquellen einzubinden, um die Informationsversorgung bedarfsorientiert zu vertiefen.

*Entscheidungsverbundenheit:* Der Erfolgsnachweis von Entscheidungen sollte möglichst zeitnah erfolgen. Zeitverzögerungen von oft mehreren Monaten z.B. bei Datenlieferungen durch die Krankenversicherungen sind mittelfristig nicht hinnehmbar. [31]

*Vergleichbarkeit:* Die Kennzahlen sollten Vergleiche der Prozesse innerhalb und außerhalb der Kooperationsstrukturen ermöglichen. Dazu sollte möglichst auf standardisierte Kennzahlen zurückgegriffen werden.

*Datenschutz:* Aufgrund der Sensibilität der medizinischen Daten kommt dem Schutz der Patientendaten eine besondere Rolle zu. Die Patientendaten dürfen nur pseudonymisiert über die verschiedenen Quellsysteme hinweg zusammengeführt werden. Da auch die Daten der Leistungserbringer personenbezogen sind, ist darauf zu achten, dass den Beteiligten nur Informationen zugänglich gemacht werden, für die sie aufgrund ihrer Rolle (z.B. Netzmanager, Zirkelleiter) oder ihrer Person berechtigt sind. In diesem Zusammenhang ist auch darauf zu achten, dass bei kleinen Grundgesamtheiten nicht von aggregierten Größen auf personenbezogene Daten geschlossen werden kann (z.B. bei Fachgruppen wie Augenärzten, denen nur wenige Leistungserbringer angehören).

*Statistische Härtung:* Da die Fallzahlen innerhalb von Kooperationsstrukturen gerade bei spezifischen Erkrankungen oder besonderen Ausprägungen dieser Erkrankungen (z.B. Herzinsuffizienz Schweregrad III) teilweise zu niedrig für signifikante Auswertungen sind, ist es nötig bei der Datenerhebung die Ausgangsmengen mitzuführen, um die aufbereiteten Informationen anhand geeigneter methodenspezifischer Evaluationsmaße bewerten zu können.

## **3.2 Relevante Forschungsansätze**

Die Forschung zur Steuerung von Gesundheitsnetzen weist Bezüge zu einer Reihe wissenschaftlicher Disziplinen im Umfeld von Ökonomie, Informatik und Medizin auf:

In der Literatur zum Management von Netzwerkorganisationen werden u.a. Ansätze zur Erklärung und Systematisierung von Unternehmensnetzwerken diskutiert. Für die Netzwerksteuerung relevant sind insbesondere die Aufgaben des Netzmanagements und die Besonderheiten von Netzwerkorganisationen im Vergleich zu marktlich oder hierarchisch organisierten Unternehmensbeziehungen, wie sie z.B. von Sydow dargestellt werden [29]. Diese werden zur Ableitung von Controllingprozessen und -aufgaben herangezogen.

Auch in der umfangreichen Controlling-Literatur gibt es einige Ansätze, die sich speziell mit Unternehmensnetzwerken (Netzwerk-Controlling) beschäftigen [6]. Viele davon stellen die Aufgaben des Netzmanagements anhand des Lebenszyklus von Netzwerken dar und manifestieren darin Steuerungsaufgaben. Eine andere Sicht auf die Aufgaben der Netzsteuerung unterscheidet eine auftragsbezogene und eine auftragsübergreifende Ebene und stellt jeweils zugehörige Steuerungsaufgaben vor [6]. Die einzelnen Ansätze liefern Hinweise, wie Controlling-Methoden auf Netzwerke angewendet werden, d.h. sie zeigen, für welche Aufgaben die Methoden im Netzwerk-Controlling angewendet werden können (z.B. Portfolioanalyse bei der Analyse von Kooperationsfeldern, Nutzwertanalyse, Balanced Scorecard zur Erfolgsbewertung) [32]. Grundlegend neue Methoden werden nicht vorgestellt. Die vorgestellten Ansätze fokussieren auf einzelne Akteure und adressieren kooperative Aktivitäten und netzwerkbezogene Aspekte, wie z.B. Autonomie und Abhängigkeiten, nur unzureichend. [21, 29, 8].

Die soziale Netzwerkanalyse (SNA) hat ihren Ursprung in den Sozialwissenschaften und stellt Methoden zur Analyse von Beziehungen, Verbundenheit, Rollen, Teilnetzen, Einfluss und Macht in sozialen Netzwerken bereit [11]. Es gibt aber auch Beiträge, die Methoden der SNA auf Unternehmensnetzwerke anwenden, um Beziehungen zwischen Unternehmen zu analysieren und diese zu steuern. Dabei wird unter anderem bemängelt, dass die Aussagen sehr allgemein sind und betriebswirtschaftliche Aspekte nur unzureichend adressieren. Weiter werden der Fokus auf strukturelle und die Vernachlässigung prozessualer Aspekte kritisiert [13, 28]. Dem wird an dieser Stelle entgegengehalten, dass der generische Charakter der SNA einen Transfer auf vielfältige Einsatzbereiche ermöglicht. Die Untersuchungen von Provan [20] und Németh im Umfeld des Projekts „krea-nets“ [17] sind Beispiele für Netzwerkanalysen in der Gesundheitsversorgung. Dabei werden anhand von Befragungen einfache bilaterale Struktur- (z.B. Beurteilung der Qualität der Zusammenarbeit zwischen Leistungserbringern) und Prozessindikatoren (z.B. Anzahl der Überweisungen zwischen Haus- und Fachärzten) erhoben.

Operations Research (OR) beschäftigt sich mit mathematischen Verfahren zur Optimierung betrieblicher Prozesse bzw. zur Vorbereitung betrieblicher Entscheidungen. Einen Teilbereich des OR bilden Methoden zur Effizienzanalyse, wie z.B. die Data Envelopment Analysis. Diese teilweise mathematisch anspruchsvollen Verfahren werden z.B. benötigt, wenn die Ergebnisqualität und die Risikostrukturen für ein Netz-Benchmarking mit herangezogen werden sollen [10].

Die Wirtschaftsinformatik liefert unter anderem Methoden zur Analyse großer Datenbestände, z.B. zur Erkennung von Mustern und Auffälligkeiten in den Datenbeständen.

Die Literatur zur Gesundheitsökonomik beschäftigt sich mit der Produktion und Verteilung von Gesundheitsleistungen. Sie bewertet u.a. die Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit bestimmter Gesundheitsleistungen (i.e.S. wird dieser Teilbereich auch klinische Ökonomik genannt) aber auch die Vorteilhaftigkeit von Kooperationsmodellen. Für die Netzsteuerung liefert die Gesundheitsökonomik die domänenspezifische Ausgestaltung der Steuerungsaufgaben, Methoden (z.B. Risikoadjustierung von Kennzahlen, Soll-Prozesse für die Herzinsuffizienzversorgung) und Informationsbedarfe (z.B. Qualitätsindikatoren) [1]. Kritisch anzumerken ist, dass bei den Indikatoren für Gesundheitsnetze der Aspekt der vertikalen Vernetzung ebenso wie Ergebnisqualität und Risikostrukturen nur unzureichend berücksichtigt werden (i.d.R. stehen aktorspezifische Kennzahlen z.B. zur Pharmakotherapie im Vordergrund).

Spezifische Arbeiten zur Adaption von Methoden der Netzwerkanalyse für das Controlling auf Basis von Prozessdaten finden sich in der Literatur kaum. Die genannten Ansätze liefern aber im Einzelnen wichtige Hinweise für die Ausgestaltung des Kooperationscontrollings. Aus der Literatur zum Management von Netzwerkorganisationen und zum Netzwerk-Controlling können insbesondere Erklärungsansätze, Aufgaben und Methoden adaptiert werden. Beim Transfer von Methoden wird auf die soziale Netzwerkanalyse, die Effizienzanalyse und die Wirtschaftsinformatik zurückgegriffen. Um relevante Aussagen für das Kooperationscontrolling zu generieren werden die Beziehungen zwischen den Akteuren im Unterschied zur

ursprünglichen sozialen Netzwerkanalyse primär aus prozessualer Sicht betrachtet. Das heißt, dass die Netzwerke nach der Beteiligung der Akteure an Versorgungsprozessen (z.B. Herzinsuffizienz) abgegrenzt werden, und dass diese Prozesse im Zentrum der Betrachtung stehen, und zum anderen, dass die Relationen primär Prozesseigenschaften (z.B. Überweisungen, Qualität der Koordination, Kosten, medizinischer Outcome) adressieren und dass die relevanten Daten möglichst aus den operativen Prozessdaten erhoben werden (z.B. aus der Leistungsabrechnung der Krankenkassen oder aus einer Patientenakte). Zur domänenspezifischen Ausgestaltung der Methoden und Informationsbedarfe werden Untersuchungen aus der Gesundheitsökonomik herangezogen. Die konkreten Informationsbedarfe wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Versorgungsnetz QuE erarbeitet, das aus dem Praxisnetz Nürnberg-Nord hervorgegangen ist. QuE hat ca. 100 Netzärzte als Mitglieder und implementiert unter anderem einen populationsbasierten Selektivvertrag mit Budgetverantwortung mit der AOK Bayern. Die Budgetverantwortung erstreckt sich auf die stationäre Krankenhausbehandlung einschließlich der Anschlussheilbehandlung (AHB), auf Arzneimittel sowie auf Heil- und Hilfsmittel, Fahrt- und Transportkosten. [31, 22]

### 3.3 Untersuchungsebenen und -elemente

Zur Verortung von Informationsbedarfen und Analysemethoden im Kooperationscontrolling werden zunächst relevante Untersuchungsebenen und -elemente vorgestellt. Die Kooperationsbeziehungen in Praxisnetzen werden dazu zur besseren Anschaulichkeit in vier Partialnetze untergliedert (vgl. Abbildung 2). Die Partialnetze werden nach den primären Untersuchungsgegenständen abgegrenzt, die das Netzwerk durchfließen und die Relationen im Netzwerk prägen [18].

Das *strategische Netz* fokussiert auf das Praxisnetz und seine Stakeholder sowie die gegenseitigen Erwartungen und Vertragsbeziehungen. Das *Servicenet* betrachtet die kooperative Patientenversorgung als Kernaufgabe der Kooperation, an der sowohl interne als auch externe Leistungserbringer beteiligt sein können.

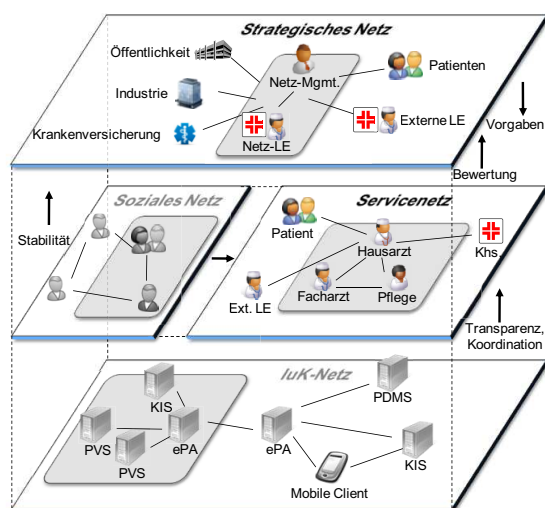


Abbildung 2: Kooperations Ebenen



Untersuchungsgegenstand des *sozialen Netzes* sind die Vertrauens- und Anerkennungsbeziehungen zwischen den Netzwerkakteuren.

**Tabelle 2: Untersuchungselemente**

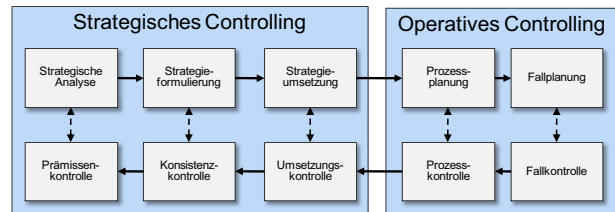
Elemente	Strategisches Netz	Servicenet
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzmanagement</li> <li>• Krankenversicherungen</li> <li>• Unternehmens-partner</li> <li>• Leistungserbringer (intern und extern)</li> <li>• Patienten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungserbringer</li> <li>• Patienten</li> </ul>
Relationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen/ Erwartungen</li> <li>• Netzerfolg</li> <li>• Versorgungsqualität</li> <li>• Einsparungen</li> <li>• Vertragseinhaltung</li> <li>• Vertragsumsätze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsame Fälle</li> <li>• Koordinations-bedarfe (z.B. Überweisungen)</li> <li>• Prozess-Compliance</li> <li>• Prozessergebnisse</li> </ul>
(Teil-) Netzwerk	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeiten</li> <li>• Blöcke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbundenheit</li> <li>• Machtstrukturen</li> <li>• Teilgruppen</li> </ul>

Die technischen Informations- und Kommunikationsflüsse werden im *IuK-Netz* näher betrachtet. Während die soziale Netzwerkanalyse auf das soziale Netz fokussiert, stehen die kooperativen Versorgungsprozesse (Servicenet) und deren Auswirkungen auf die Stakeholder von Praxisnetzen (Strategisches Netz) im Zentrum der vorliegenden Arbeit. Das IuK-Netz unterstützt die Datenversorgung für die Abwicklung und das Controlling innerhalb dieser Betrachtungsebenen und wird an dieser Stelle darüber hinaus nicht weiter thematisiert.

Untersuchungselemente der Netzwerkanalyse sind Akteure, deren Beziehungen sowie Teilnetzwerke und das Netzwerk als ganzes [12]. Tabelle 2 zeigt, welche Untersuchungsobjekte bezüglich der aufgelisteten Partialnetze innerhalb patienten-bezogener Kooperationsstrukturen relevant sind.

### 3.4 Controllingprozesse und Informationsbedarfe

In Abbildung 3 werden relevante Controllingprozesse aus der Sicht der IVS dargestellt. Im Rahmen der strategischen Analyse, die vom Netzvorstand in Beratung mit dem Netzmanagement verantwortet wird, wird das Marktumfeld analysiert (z.B. Versichertenstruktur, Ausrichtung von Krankenversicherungen, Konkurrenz) und es werden strategische Potenziale bewertet (z.B. Stärken und Schwächen in den Versorgungsprozessen). Im Zuge der Strategieformulierung werden Strategieoptionen (z.B. Interessenvertretung vs. Qualitäts- und Effizienzsteigerung) und Kooperationsfelder (z.B. Vollversorgung vs. spezifische Versorgungsprozesse wie z.B. Herzinsuffizienz, Rückenschmerz) bewertet, abgestimmt und ausgewählt. Bei der Strategieumsetzung werden u.a. Selektivverträge mit Krankenversicherungen verhandelt, strategische Maßnahmen und Partnerschaften definiert.



**Abbildung 3: Controllingprozesse in IVS**

Im Rahmen der Prozessplanung und -kontrolle werden die als relevant eingestuft Prozesse (z.B. Herzinsuffizienzversorgung, Pharmakotherapie) in fachlichen Netzgremien ausgewählt und gestaltet. Dabei werden evidenzbasierte Leitlinien adaptiert und Arbeits- und Verfahrensanweisungen (z.B. zur Pharmakotherapie) oder Sollprozesse erstellt. Darüber hinaus werden Metriken definiert und in das Anreiz- und Vergütungssystem integriert.

Fallplanung und -kontrolle erfolgen auf der Ebene eines konkreten Patientenfalls in Verantwortung der Leistungserbringer. Darüber hinaus können das operative Netzmanagement und der Patient eingebunden werden. Hier werden Versorgungsziele und -aktivitäten geplant und deren Umsetzung sowie die Einhaltung von Arbeits- und Verfahrensanweisungen und die Abwicklung von Koordinationsaktivitäten überwacht. Die zunehmenden Partizipationsbedarfe der Patienten müssen berücksichtigt werden und können z.B. durch einen Zugriff des Patienten auf die medizinische Dokumentation und auf die Qualitäts- und Effizienzkennzahlen adressiert werden.

Die genaue Ausgestaltung der Controllingprozesse und -aufgaben hängt von verschiedenen Einflussfaktoren ab, wie z.B. den Kooperationszielen und der Art der IV-Verträge, also davon, ob indikations- oder populationsbasierte Verträge abgeschlossen, und ob jeweils eine Budgetverantwortung vorliegt oder nicht. Aus den Controllingprozessen wurden Informationsbedarfe abgeleitet, die in Tabelle 3 dargestellt sind. Die Einteilung ist an die klassischen Perspektiven der Balanced Scorecard angelehnt [26]. Gegenüber der Systematisierung von Kennzahlen nach Struktur-, Prozess- und Ergebniskennzahlen wie z.B. bei [1] hat dies den Vorteil, dass Kennzahlen, die zum gleichen Thema gehören, der gleichen Kategorie (z.B. Herzinsuffizienzversorgung in der Perspektive Prozesse) zugeordnet werden, auch wenn es sich z.B. um eine Prozess- (z.B. regelmäßige HI-Untersuchung) und eine Ergebniskennzahl (z.B. Nicht-Verschlechterung) handelt.

**Tabelle 3: Informationsbedarfe**

Ebene	Informationsbedarf
Teilhaber/ Partner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwartungen der Mitglieder/ Teilhaber</li> <li>• Ergebnisse aus Sicht der Mitglieder/ Teilhaber (aus Erfolgsbeteiligung, Selektivverträgen und Regelversorgung)</li> </ul>
Kunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versichertenstruktur</li> <li>• Anforderungen / Erwartungen der Krankenversicherungen und Industriepartner (z.B. Pharmaindustrie)</li> <li>• Kundenzufriedenheit</li> </ul>
Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallzahlen und -kosten (insb. Benchmarks)</li> <li>• Qualitätsindikatoren</li> <li>• Regelungsgrad</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesskonformität (z.B. Einhaltung von AuV, Sollprozessen)</li> </ul>
Potenziale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zertifizierungsgrad</li> <li>• Fortbildungsgrad</li> <li>• Mitgliederzufriedenheit</li> </ul>

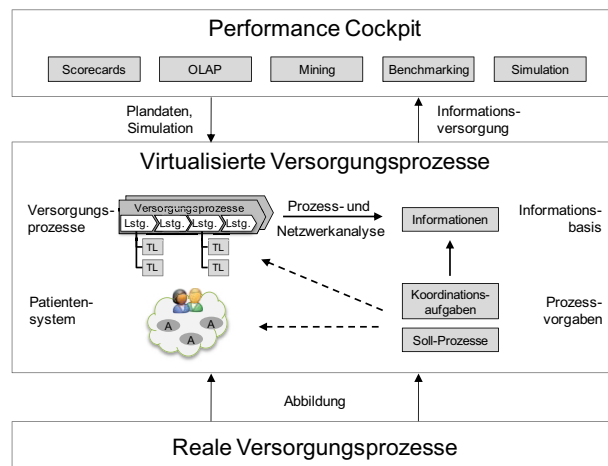
Besonders wertvoll für das Kooperationsmanagement und für die Patienten sind Informationen zu den vernetzten Leistungsprozessen, die zur Bewertung der berufsgruppenübergreifenden Koordination der Leistungsprozesse benötigt werden [7]. Dabei soll z.B. festgestellt werden, an welchen Stellen die Prozessvorgaben (z.B. zur Pharmakotherapie) gut bzw. schlecht eingehalten werden oder an welchen Stellen besonders gute bzw. schlechte Qualitätseigenschaften gemessen werden, so dass die Ergebnisse in Arbeitsgruppen diskutiert und bei der Entlohnung der Netzzärzte oder der Auswahl von Partnern berücksichtigt werden können. Leider können in der Praxis gerade diese Daten nicht oder nur teilweise ermittelt werden, da aus der routinemäßigen Leistungsabrechnung mit den Krankenkassenversicherungen nur Leistungskomplexe (z.B. Grundversorgung Allgemeinarzt) mit zugehörigen Kosten und Verordnungen zuverlässig abgeleitet werden können. Zusätzliche Qualitäts- und Prozessdaten bieten z.B. Daten, die über Disease-Management-Programme (z.B. für Diabetes mellitus) erhoben werden. Die beste und nachhaltigste Option für das Controlling auf Basis von Routinedaten bieten elektronische Patientenakten, deren Strukturierungsgrad in den Netzzirkeln unter Abwägung von Nutzen und Kosten definiert werden kann. Hierzu gibt es in der Praxis eine Reihe vielversprechender Ansätze, aber noch keine übertragbare Best-Practice-Lösung, die alle Anforderungen (z.B. Abbildung von Behandlungspfaden) erfüllt und sich gleichzeitig einfach in die bestehende Infrastruktur der Kooperationsstrukturen integrieren lässt. Um die Integration der Informationssysteme zu vereinfachen und um ein netzübergreifendes Benchmarking zu ermöglichen, muss die Entwicklung von semantischen Datenstandards national und international vorangetrieben werden.

## 4. Kooperationsanalyse mit Routinedaten

### 4.1 Architektur

Kernelement der Controllingarchitektur, die in dem Forschungsprojekt HealthNetControl entwickelt wurde, ist der Virtualisierungslayer, der eine systematische Strukturierung und eine möglichst flexible Erweiterbarkeit der Controllinginformationbasis gewährleistet (siehe Abbildung 4). Das zugehörige Datenschema umfasst Versorgungsprozesse, das Patientensystem Prozessvorgaben und Steuerungsinformationen. Versorgungsprozesse sind einer oder mehreren Krankheiten zugeordnet und enthalten Leistungen und Teilleistungen, die jeweils von einem Leistungserbringer durchgeführt werden. Das Patientensystem bildet den Versorgungskontext und enthält relevante Diagnosen, Symptome und versorgungsrelevante Attribute wie z.B. den Schweregrad von Erkrankungen, Alter und Geschlecht. Soweit sich die Attribute ändern können, werden diese mit einem Zeitstempel versehen. Die virtuellen Versorgungsprozesse und das Patientensystem werden mit Hilfe von SOA- und ETL-Technologien aus den Datenquellen der operativen Primärsysteme abgeleitet. Da diese in der Regel unterschiedlich pseudonymisiert werden, können die Datenquellen teilweise

nicht tief integriert werden, was durch unterschiedliche Sichten auf die Versorgungsprozesse und das Patientensystem umgangen wird.



**Abbildung 4: Architektur**

Die Prozessvorgaben bestehen aus Koordinationsaufgaben und Soll-Prozessen. Koordinationsaufgaben beziehen sich auf Leistungen und Teilleistungen (z.B. muss nach der Facharztbehandlung ein Arztbrief mit Diagnose- und Therapieinformationen an den Koordinationsarzt übermittelt werden). Soll-Prozesse beziehen sich auf Versorgungsprozesse und enthalten u.a. vorgegebene Mindestaktivitäten (z.B. regelmäßige Gewichtskontrolle) und Entscheidungsregeln. Prozessvorgaben können an den Versorgungskontext gebunden werden (z.B. erfolgen die Gewichtskontrollen bei einem höheren Schweregrad in kürzeren Zeitabständen). Aus den Versorgungsprozessen und dem Abgleich der Versorgungsprozesse mit den Prozessvorgaben werden mit Hilfe von Methoden der Prozess- und Netzwerkanalyse Basisinformationen (z.B. Kosten der Herzinsuffizienzversorgung, Einhaltung von Vorschriften zur Pharmakotherapie mit Generika und Leitsubstanzen, Zentralität der Koordinationsärzte) ermittelt. Die Basisinformationen werden aufbereitet und in einem hierarchisierten Scorecard-System dargestellt, in dem auch Performance-Kriterien und monetäre Anreize für die Leistungserbringer dargestellt werden [25]. Für jede Krankheit können Kriterien hinterlegt werden, anhand derer die Versorgungsergebnisse risikoadjustiert werden, um ein faires Benchmarking innerhalb des Netzes zu ermöglichen (z.B. Adjustierung der Versorgungskosten für Herzinsuffizienz anhand von Alter und Schweregrad gemäß der NYHA-Klassifikation). Für flexible OLAP-Analysen und die Anwendung von Mining-Techniken (insb. ABC-Analyse, Rangfolgeverfahren, Abweichungsanalysen, Zeitreihenanalyse) werden die Daten in ein multidimensionales Modell überführt. Dies erlaubt es, systemgestützt Analysepfade zu entwickeln, um z.B. besonders problematische Versorgungslagen (z.B. niedrige Kostendeckung durch Kostenpauschalen bei Herzinsuffizienzpatienten, die zwischen 60 und 65 sind und gleichzeitig an Hypertonie erkrankt sind) oder Koordinationsbedarfe (z.B. Dauer der Arztbriefübermittlung bei einem bestimmten Krankenhaus) zu identifizieren, für die dann spezifische Prozessvorgaben entwickelt werden können. Über definierte Szenarien sollen



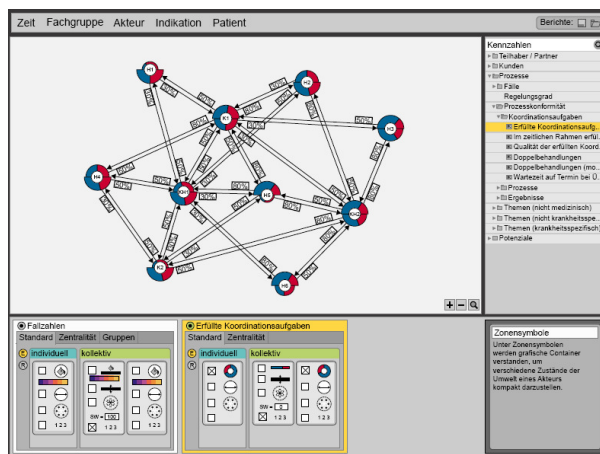
zukünftig auch Änderungen bezüglich des Versorgungskontexts (z.B. demografische Änderungen) und der Prozessvorgaben (z.B. Abschätzung der Vorteilhaftigkeit einer zusätzlichen Prozessvorgabe bezüglich eines neuen Medikaments, das in definierten Versorgungskontexten zum Einsatz kommen soll) simuliert werden. Alle Attribute des Patientensystems basieren auf einem netzspezifisch konfigurierbaren Datenschema und haben damit eine definierte Semantik. Sind zusätzliche strukturierte Daten vorhanden, weil z.B. eine elektronische Patientenakte verfügbar ist, so wird das Datenschema entsprechend erweitert und die zusätzlichen Attribute können bei den Prozessvorgaben und der Definition von Controllinginformationen verwendet werden. Auf diese Weise kann der Strukturierungsgrad der Daten im Zuge der Netzevolution kontinuierlich ausgebaut werden.

## 4.2 Anwendung

Die Anwendung von Methoden der sozialen Netzwerkanalyse legt den Fokus auf das Beziehungsgeflecht zwischen den Akteuren. Dadurch, dass die Relationen insbesondere Fallzahlen, Fallkosten, Koordinationsbedarfe und Prozessergebnisse umfassen, stehen prozessuale Aspekte im Vordergrund. Im Unterschied zur klassischen sozialen Netzwerkanalyse, bei der Relationen gegenseitige Einstellungen abbilden, die über Befragungen erhoben werden, stehen an dieser Stelle Koordinationsaspekte im Vordergrund, die faktenbasiert erhoben werden. Aus den genannten Unterschieden resultieren Besonderheiten beim Methodentransfer. Da es sich bei den Kennzahlen, die in den Relationen abgebildet werden, um verdichtete Informationen (z.B. Anzahl von Überweisungen, Einhaltung von Koordinationsaufgaben) handelt, sind diese gewichtet, weshalb z.B. vor der Anwendung von Methoden zur Zentralitäts- oder Multiplexitätsermittlung und zur Identifikation von Gruppen entweder eine Dichotomisierung über Schwellenwerte oder eine Anpassung der betreffenden Methode erfolgen muss. An einige Relationen sind mehrere Leistungserbringer beteiligt (z.B. bei der Planung einer AHB oder bei der Versorgung als Ganzes), weshalb diese multilateralen Relationen für die Visualisierung und für die Methodenanwendung auf bilaterale Relationen heruntergebrochen werden. Das Herunterbrechen erfolgt gewichtet z.B. auf Basis des monetär bewerteten Leistungsumfangs. Eine weitere Einschränkung betrifft die Transitivität der Relationen, die bei den meisten Kennzahlen nicht vorausgesetzt werden kann. Wenn z.B. ein Koordinationsarzt sowohl mit einem Krankenhaus als auch mit einem Telematikdienstleister bei gemeinsamen Fällen zusammenarbeitet, bedeutet dies nicht, dass auch das Krankenhaus und der Telematikdienstleister zusammenarbeiten. Für die Umsetzung in der Praxis werden zwei Szenarien bezüglich der Datenverfügbarkeit unterschieden. In Szenario eins liegen ausschließlich Abrechnungsdaten der Krankenversicherungen vor, in Szenario zwei wurde zusätzlich eine prozessorientiert konfigurierbare elektronische Patientenakte (ePA) implementiert, die die Dokumentation zusätzlicher Attribute ermöglicht. Tabelle 4 zeigt anhand von Beispielen, welche Methoden in den beiden Szenarien angewendet werden können. Mit der ePA können u.a. Koordinationsbedarfe, Risikokriterien (wegen der besseren Qualitätserfassung) und Koordinationsverantwortung (z.B. der Allgemeinärzte für die gesamte Versorgung) besser abgebildet werden.

**Tabelle 4: Beispiele für die Methodenanwendung**

Methoden	Abrechnungsdaten	ePA
Zentralität und Prestige	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinationsbedarf: Gemeinsame Fallzahlen, Überweisungen</li> <li>• Prozess-Compliance: Klärung von AHBs</li> <li>• Prozessergebnisse: risikoadjustierte Fallkosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinationsbedarf und Prozess-Compliance: umfassende Abbildung von Koordinationsaufgaben und Soll-Prozessen</li> <li>• Prozessergebnisse: risikoadjustierte Fallkosten und Qualitätsindikatoren</li> </ul>
Gruppen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akteure mit vielen gemeinsamen Fällen/ gegenseitigen Überweisungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akteure mit guter/ schlechter Erfüllung von Koordinationsbedarfen / Prozess-Compliance</li> </ul>
Macht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akteure mit einem hohen eigenen Kostenanteil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akteure mit hoher Kostenverantwortung</li> </ul>



**Abbildung 5: Anwendungsbeispiel Koordination**

Abbildung 5 zeigt ein einfaches Beispiel für die Analyse von Herzinsuffizienz-Leistungen in einem durch Postleitzahlen abgegrenzten Teilnetz. Die gerichteten Kanten veranschaulichen inwieweit die Akteure gegenseitigen Koordinationsaufgaben (z.B. rechtzeitige Arztbriefübermittlung) nachkommen. Mithilfe der Zonensymbole wird aggregiert dargestellt, inwieweit die Akteure die Ihnen zugeordneten Koordinationsaufgaben erfüllen (obere Hälfte), und wie gut die Koordinationsaufgaben durch vorgelagerte Akteure abgewickelt werden, auf die sie angewiesen sind (untere Hälfte). Die Analysen können auf Leistungserbringergruppen aggregiert werden. Eine integrierte Abweichungsanalyse hilft den Anwendern, Abweichungen systematisch zu erkennen und Analysepfade zu entwickeln.

## 5. Diskussion

Anhand der skizzierten Entwicklungen im Gesundheitswesen wurde gezeigt, dass die Vernetzung der Leistungserbringer stark zunehmen wird und dass Konzepte zur Unterstützung der berufsgruppenübergreifenden Koordination und des Kooperationscontrollings unerlässlich sind. Um die Mängel des intuitiven Szenarioansatzes bei der systematischen Analyse und prozessbasierten strategischen Planung auszugleichen, kann der syste-

matische Ansatz zur Strategieentwicklung von Van der Heijden integriert werden [36]. Das vorgestellte Architekturkonzept ermöglicht den Einstieg in ein systematisches datengestütztes Controlling der Kooperationsstrukturen auf Basis von Routinedaten der Krankenversicherung. Der Virtualisierungslayer erlaubt eine gleitende Erhöhung des Strukturierungsgrades, soweit zusätzliche Datenquellen z.B. eine elektronische Patientenakte vorliegen. Die Anwendung wird aktuell anhand von Beispieldaten aus Patientenaktensystemen und Echtzeiten der Krankenkassen in Zusammenarbeit mit einem Praxisnetz evaluiert. Eine wesentliche Voraussetzung für die Produktivierung des vorgestellten Ansatzes ist die Verfügbarkeit strukturierter Daten. Die Praxis zeigt, dass Kassen zunehmend in der Lage sind, Daten zur Effizienzanalyse zur Verfügung zu stellen. Prozessbasierte Patientenaktensysteme haben sich in der Praxis wegen struktureller Probleme und der relativ neuen Anforderungslage noch nicht durchsetzen können. Es bleibt abzuwarten, inwieweit sich die Systeme behaupten können, die aktuell eingeführt oder entwickelt werden. Nächste Schritte sind die Integration von Methoden der Effizienzanalyse, die Abbildung kontextbasierter Soll-Prozessmodelle und die Simulation von Kontext- und Prozessveränderungen mit Hilfe von Szenariotechniken.

## 6. REFERENCES (LITERATUR)

- [1] Broge, B., Stock, J., Szecsenyi, J. 2009. Allgemeine Indikatoren – Messgrößen für die Qualität regionaler Versorgungsmodelle. In *QISA – Das Qualitätsindikatorensystem für die ambulante Versorgung*, J. Szecsenyi, B. Broge, J. Stock, Ed. KomPart, Berlin.
- [2] Bürger, C. 2003. Patientenorientierte Information und Kommunikation im Gesundheitswesen, 39-45.
- [3] Deutsche Krankenhaus Gesellschaft (DKG). 2009. Krankenhausstatistik. DOI=[http://www.dkgev.de/media/file/5431.Foliensatz\\_Krankenhausstatistik\\_20090108.pdf](http://www.dkgev.de/media/file/5431.Foliensatz_Krankenhausstatistik_20090108.pdf).
- [4] Ehlers, A., Ebermann, T., Heinemann, A. 2008. Der Arzt von morgen: Manager und Medicus? In *Wachstumsmotor Gesundheit – Die Zukunft unseres Gesundheitswesens*. F. Merz, Ed. 213-227.
- [5] Hoppe, J.-D. 2008. Mit der Gesundheitsreform zur Zweiklassenmedizin. In *Wachstumsmotor Gesundheit – Die Zukunft unseres Gesundheitswesens*. F. Merz, Ed. 208-210.
- [6] Horvath, P. 2006. Controlling. Vahlen, München.
- [7] Greve, G., Müller, H. A., Hörter, Stefan. 2009. Prosper-Modelle der Knappschaft – Strukturen, Finanzierungsaspekte und Prozessmanagement in der Integrierten Versorgung der Knappschaft Bahn See. In *Innovative Versorgungsformen im Gesundheitswesen*, G. E. Braun, J. Güssow, A. Schumann, G. Heßbrügge, Ed. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln.
- [8] Kaczmarek, M., Sonnek, A. and Stüllenberg, F. 2004. Das Management von Unternehmensnetzwerken - Aufgabenfelder und instrumentelle Unterstützung. In *Management von Unternehmensnetzwerken*, J. Gericke, M. Kaczmarek, S. Neweling, A. Schulze im Hove, A. Sonnek and F. Stüllenberg, Ed. Dr. Kovač, Hamburg.
- [9] IBM Global Business Services 2006. Healthcare 2015: Win-win or lose-lose? – A portrait and a path to successful transformation.
- [10] Jacobs, R, Smith, P.C., Street, A.: Measuring Efficiency in Health Care, Cambridge University Press, New York 2006.
- [11] Jansen, D. 2006. Einführung in die Netzwerkanalyse – Grundlagen, Methoden, Forschungsbeispiele. VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden.
- [12] Kenis, P. and Oerlemans, L. 2008. The Social Network Perspective: Understanding the Structure of Cooperation. In *The Oxford Handbook of Inter-Organizational Relations*, S. Cropper, M. Ebers, C. Huxham and P. Ring, Ed. Oxford University Press, New York, NY.
- [13] Mack, O. 2003. Konfiguration und Koordination von Unternehmensnetzwerken. Dissertation. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [14] Matzo, M. 2006. Fallbeispiel: Verbesserung der Versorgung durch Telemedizin. In *eHealth: Innovations- und Wachstumsmotor für Europa*, J. Eberspächer, A. Picot, G. Braun, Ed. Springer, Heidelberg, 131-155.
- [15] Mohr, V., Bauer, J., Döbler, K., Eckert, O., Woldenga, C., Höfele, F. 2005. Qualität sichtbar machen. BQS-Qualitätsreport 2004. Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung, Düsseldorf.
- [16] Münch, E. 2008. Das Krankenhaus der Zukunft – Ein fiktiver Blick zurück aus dem Jahr 2040. In *Wachstumsmotor Gesundheit – Die Zukunft unseres Gesundheitswesens*, F. Merz, Ed. 228-246.
- [17] Németh, S. 2009. Kreativität und Innovation durch Vernetzung – Das Ärztenetzwerk im Gesunden Kinzigtal, [http://www.kreanets.com/fileadmin/documents/Netzwerker-Workshop-I/3\\_Vortrag2\\_Nemeth.pdf](http://www.kreanets.com/fileadmin/documents/Netzwerker-Workshop-I/3_Vortrag2_Nemeth.pdf), Frankfurt.
- [18] Otto, A. 2002. Management und Controlling von Supply Chains. Habilitationsschrift. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [19] PWC PricewaterhouseCoopers. 2005. HealthCast 2020: Gesundheit zukunftsfähig gestalten, 6-37
- [20] Provan, K.G., Milward, B., Isett, K.R. 2006. Network evolution and performance under public contracting for mental health services. In *Public service performance - Perspectives on measurement and management*, G.A. Boyne, K.J. Meier, L.J. O'Toole, R.M. Walker, Ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- [21] Provan, K. G., Sydow, J. 2008. Evaluation Inter-organizational Relationships. In *The Oxford Handbook of Inter-organizational Relations*, S. Cropper, M. Ebers, C. Huxham and P. Ring, Ed. Oxford University Press, New York, NY.
- [22] Purucker, J., Schicker, G., Böhm, M., Bodendorf, F. 2009. Praxisnetz-Studie 2009. Arbeitsbericht 03/2009. Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik II. Nürnberg.

- [23] Reichmann, T., Richter, H. J. 2006. Controlling mit Kennzahlen und Management-Tools. Vahlen, München.
- [24] Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung SVR 2008. Jahresgutachten 2008/2009.  
DOI=[http://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/download/gutachten/ga08\\_vi.pdf](http://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/download/gutachten/ga08_vi.pdf)
- [25] Schicker, G. 2008. Koordination und Controlling in Praxisnetzen mithilfe einer prozessbasierten E-Service-Logistik. Dissertation. Gabler, Wiesbaden.
- [26] Sohn, S. 2006. Integration und Effizienz im Gesundheitswesen. Dissertation. HERZ, Burgdorf.
- [27] Statistisches Bundesamt. 2008. Krankenhaus - Einrichtungen, Betten, Patientenbewegung, 6-7.  
DOI=<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/Content100/KrankenhaeuserJahre,templateId=renderPrint.psml>.
- [28] Sydow, J. 1992. Strategische Netzwerke. Habilitationsschrift. Gabler, Wiesbaden.
- [29] Sydow, J. 2006. Management von Netzwerkorganisationen: Zum Stand der Forschung. In *Management von Netzwerkorganisationen*, J. Sydow, Ed. Gabler, Wiesbaden.
- [30] Wagner, K., Ackerschott, S., Lenz, I. 2007. Effekte und Potenziale der Integrierten Versorgung. In *Erfolgreiche Wege in die Integrierte Versorgung*, K. Wagner, I. Lenz, Ed, 308-333. Kohlhammer, Stuttgart.
- [31] Wambach, V., Lindenthal, J., Frommelt, M. 2005. Integrierte Versorgung – Zukunftssicherung für niedergelassene Ärzte. Ecomed, Landsberg/Lech.
- [32] Wohlgemuth, O. 2002. Management netzwerkartiger Kooperationen. Gabler, Wiesbaden.
- [33] Von Reibnitz, U.H. 1988. Scenario Techniques. McGraw-Hill, Hamburg.
- [34] Von Reibnitz, U.H. 1999. Managing and Planning in Turbulent Times. In *SBM Conference. IT Challenges in the Next Millenium*. Cannes.
- [35] Schwartz, P. 1996. The Art of the Long View. Doubleday, New York.
- [36] Van der Heijden, K. 1999. Scenarios – the art of strategic conversation. Chichester, Wiley

# Shilling in Online-Auktionen

Christian Schmeißer  
Institut für Wirtschaftsforschung Halle  
Kleine Märkerstr. 8  
06108 Halle (Saale)  
+49 (0) 345 7753 863

christian.schmeisser@iwh-halle.de

Ralf Peters  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Universitätsring 3  
06108 Halle (Saale)  
+49 (0) 345 55 23471

ralf.peters@wiwi.uni-halle.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Online-Auktionen sind neben anderen Manipulationen insbesondere dem sogenannten Shilling ausgesetzt. Dabei bietet ein Verkäufer unter falscher Identität in einer eigenen Auktion, um dadurch einen Vorteil zu erlangen. Dieser Beitrag schlägt ein neues Verfahren zur Identifikation dieser schwer erkennbaren Manipulationsform vor. Die bisher bekannten Ansätze werden um eine stochastische Analyse und das Konzept einer Indizien-Signatur erweitert, um eine höhere Trennschärfe hinsichtlich verschiedener Formen des Shilling zu erzielen. Dieses Verfahren wird anschließend auf Daten des Online-Auktionshauses eBay angewendet und zeigt die hohe Praxisrelevanz der Shilling-Manipulationen.

## Schlüsselwörter

Shilling, Shill-Bidding, Online-Auktionen

## 1. EINLEITUNG

Online-Auktionen sind aufgrund der weitgehenden Anonymität ihrer Teilnehmer in besonderem Maße verschiedenen Formen von Manipulationen ausgesetzt. Unter Shilling (auch Shill-Bidding) versteht man das Bieten eines Verkäufers in einer eigenen Auktion. Mit dem Shilling kann der Verkäufer unterschiedliche Ziele verfolgen, anhand derer sich verschiedene Shilling-Formen abgrenzen lassen. Hierzu zählen beispielsweise das Wettbewerbs-Shilling, mit dem der Verkäufer auf einen höheren Auktionspreis abzielt und das Reservationspreis-Shilling, mit dem ein Teil der Auktionsgebühr eingespart wird.

Shilling-Gebote werden vom Verkäufer typischerweise unter einer falschen Identität abgegeben, da Shilling in der Regel durch die Geschäftsbedingungen der Online-Auktionshäuser untersagt ist. Zudem würden die meisten Shilling-Formen ihr Ziel verfehlen, sobald die regulären Bieter die Manipulation erkennen. Da die meisten Online-Auktionshäuser keine starke Authentifizierung

ihrer Teilnehmer fordern, ist das Erlangen einer falschen Identität leicht möglich.

In der Literatur ist nicht zuletzt aufgrund der hohen Praxisrelevanz der Fragestellung ein großes Forschungsinteresse zu verzeichnen (Dong et al. (2010), Engelberg und Williams (2009), Ford et al. (2010), Goel et al. (2010), Kauffmann und Wood (2003), Rubin et al. (2005), Shah et al. (2003), Trevathan, Read (2009), Xu et al. (2009), Xu und Cheng (2007)). Die derzeit vorliegenden Verfahren dienen dazu, den tatsächlich vorliegenden Umfang des Shilling abzuschätzen. Sie bilden jedoch auch einen ersten Schritt hin zu einem praxistauglichen Verfahren, mit dem Shilling möglicherweise direkt im operativen Auktionsgeschehen erkannt und eingedämmt werden kann. Dies könnte das Vertrauen der Teilnehmer in die Online-Auktionshäuser erhöhen.

Der vorliegende Beitrag schlägt ein neues statistisches Verfahren zur Identifikation von Shilling vor, das teilweise auf bereits in der Literatur diskutierten Indizien aufbaut. In Kapitel 2 werden zunächst der aktuelle Stand der Forschung und bisherige Verfahren zur Identifizierung von Shilling dargestellt. Anschließend wird die stochastische Analyse des eigenen Ansatzes in Kapitel 3 beschrieben. In Kapitel 4 werden dann die der Analyse zugrundeliegenden Indizien diskutiert und in dem neuen Konzept der Indizien-Signatur zusammengeführt. Das neue Verfahren wird anschließend auf Daten eines Online-Auktionshauses angewendet. Die verwendeten Daten und die erzielten Ergebnisse werden in Kapitel 5 vorgestellt. Kapitel 6 schließt mit einer kurzen Zusammenfassung.

## 2. STAND DER FORSCHUNG

Der eindeutige Nachweis von Shilling setzt weitgehende Informationen über die Auktionsteilnehmer voraus. Er kann gelingen, falls Verkäufer und Bieter identische Namen und Adressen besitzen. Über einen darauf ausgerichteten Adressabgleich wurde beispielsweise in Großbritannien ein eBay-Händler überführt und erstmals strafrechtlich verfolgt.<sup>1</sup> In der Auktionspraxis liegen derart eindeutige Tatbestände jedoch nur selten vor, da Manipulationen in der Regel unter falscher Identität vorgenommen werden. Die in der Forschung entwickelten Verfahren zum Nachweis von Shilling konzentrieren sich daher auf den Vergleich charakteristischer Verhaltensmuster in Auktionen. Dabei werden alle Auktionen eines Verkäufers oder alle Auktionen, auf die ein Bieter geboten hat, zu einer Auktionsgruppe zusammengefasst und analysiert.

<sup>10th</sup> International Conference on Wirtschaftsinformatik,  
<sup>16th</sup> - 18<sup>th</sup> February 2011, Zurich, Switzerland

<sup>1</sup> <http://www.onlinemarktplatz.de/15911/in-grosbritannien-erstmal-strafverfolgung-wegen-shill-bidding-bei-ebay/>. Abruf am 29.04.2010.

Die bisherigen Ansätze basieren vorwiegend auf Scoring-Modellen und Premium-Geboten.

Scoring-Modelle zur Identifizierung von Shilling dienen dazu, geeignete Verhaltensmuster von Auktionsteilnehmern zu analysieren und zu einer Kennzahl zu aggregieren, die die Intensität des Shilling ausweist. Xu et al. (2009) stellen einfache Verhaltensannahmen auf, die als Indizien für Shilling dienen. Sobald ein Bieter im Verlauf seiner Gebotshistorie eine bestimmte Anzahl dieser Verhaltensannahmen verletzt, wird dieser als Shill-Bieter identifiziert. Trevathan und Read (2009) nutzen ein ähnliches Modell. Die Verhaltensannahmen werden jedoch gewichtet in einen Score überführt. Mit zunehmendem Score steigt die Wahrscheinlichkeit, dass der betreffende Bieter Shilling betreibt. Dong et al. (2010) greifen auf die Dempster-Shafer-Theorie zurück, die Informationen aus verschiedenen Quellen zusammenfasst und daraus die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses ermittelt. Mit Hilfe dieser Theorie und auf Basis mehrerer gewichteter Indizien bestimmen Dong et al. (2010) die Wahrscheinlichkeit, dass ein Bieter Shilling betreibt.

Eine zweite Gruppe von Verfahren zum Nachweis von Shilling basiert auf der Analyse sogenannter Premium-Gebote. Premium-Gebote (Kauffmann und Wood 2003, S. 262) sind Gebote, die in einer Auktion abgegeben werden,

- obwohl der Preis in einer Parallelauktion mit identischer Ware niedriger oder maximal genauso hoch ist,
- die Auktion erst nach der Parallelauktion endet und
- der betreffende Bieter nicht in beiden Auktionen bietet.

Premium-Gebote werden als ein starkes Indiz für Shilling gewertet, da sich der betreffende Bieter durch ein Gebot in der Parallelauktion besser stellen könnte. Kauffman und Wood (2003) untersuchen die Premium-Gebote in insgesamt 622 Münzauktionen mit 237 unterschiedlichen Verkäufern. Sie zeigen, dass nicht alle Verkäufer gleichermaßen Shilling betreiben. Vielmehr ist Shilling ein Verhaltensmerkmal, dass jeden einzelnen Verkäufer über den betrachteten Zeitraum hinweg charakterisiert.

Ein auf Premium-Geboten basierender Ansatz wird ebenfalls von Xu und Cheng (2007) vorgestellt. Sie definieren Verhaltensweisen von Bietern, die entweder für oder gegen Shilling sprechen. Der Shilling-Verdacht kann sich so erhärten, aber auch verringern. Beide Einflüsse werden zu einem Indikator für Shilling aggregiert.

Neben den Scoring-Modellen und Verfahren auf Basis der Premium-Gebote wurden auch andere Methoden zum Nachweis von Shilling entwickelt. So konzentrieren sich Rubin et al. (2005) auf die Bieter-übergreifenden Verteilungen verschiedener Indizien. Bieter werden verdächtigt Shilling zu betreiben, falls sie bezüglich mehrerer Indizien auffällige Werte aufweisen. Ford et al. (2010) fassen die Bieter mit Hilfe eines hierarchischen Clusterings anhand ihrer Eigenschaften zu unterschiedlichen Klassen zusammen. Entsprechend der Bietercharakteristik wird den Klassen ein „normales“, „verdächtiges“ oder „sehr verdächtiges“ Verhalten zugeordnet. Goel et al. (2010) ermitteln die Wahrscheinlichkeit von Shilling anhand eines für diesen Zweck trainierten Bayes'schen Multi-State Netzwerk, das mehrere Indizien einer Auktion verarbeitet. Ein weiteres Verfahren wird von Engelberg und Williams (2009) vorgeschlagen. Sie konzentrieren sich auf die Beziehung zwischen Bietern und Verkäufern und ermitteln mit

Hilfe eines Probit-Modells eine Kennzahl, die „verdächtige“ Bieter identifiziert.

### 3. STOCHASTISCHE ANALYSE

Die derzeit vorliegenden Verfahren sind mit verschiedenen Problemen behaftet. Bei den Scoring-Modellen stellt sich beispielsweise die Frage, auf welcher Grundlage die verwendeten Indizien ausgewählt und gewichtet werden. Darüber hinaus besteht ein Interpretationsproblem dahingehend, ab welchem Scoring-Wert tatsächlich von Shilling auszugehen ist. Die verschiedenen Scoring-Modelle basieren hier zumeist auf nur schwach zu begründeten Annahmen. Premium-Gebote haben das Problem, dass die Analyse geeignete Parallelauktionen voraussetzt.

Vor dem Hintergrund dieser Probleme wird im Folgenden eine stochastische Analyse der Auktionsdaten vorgeschlagen. Den Ausgangspunkt bildet hierbei die Annahme, dass im Markt überwiegend ehrliche Verkäufer tätig sind. Als Kriterium für das Shilling eines Verkäufers wird darauf aufbauend betrachtet, ob sich dieser in den betrachteten Shilling-Indizien signifikant von den übrigen Verkäufern unterscheidet.

Die dazu notwendigen Hypothesentests erfolgen anhand des Wilcoxon-Rangsummentests. Ein Vorteil dieses nicht-parametrischen Tests für metrische Variablen besteht darin, dass keine Kenntnisse über Verteilungsparameter der untersuchten Stichproben benötigt werden. Die Analyse der verschiedenen Indizien kann so einheitlich und ohne zusätzliche Annahmen gestaltet werden.

Alle Hypothesentests werden bei einem vorgegebenen Signifikanzniveau  $\alpha$  durchgeführt. Dabei findet für jeden Verkäufer zu jedem Shilling-Indiz ein Einzeltest statt. Hierbei tritt das statistische Problem der  $\alpha$ -Fehler-Kumulierung auf, da multiple Tests in derselben Grundgesamtheit durchgeführt werden.

Aus diesem Grund müssen die lokalen Signifikanzniveaus bei der Aggregation der Einzeltests justiert werden. Eine Möglichkeit dazu bietet die Holm-Bonferroni-Korrektur (Holm, 1979). Dabei werden zunächst die p-Werte der Einzeltests der Größe nach aufsteigend sortiert. Mit  $k$  als Anzahl der Einzeltests wird dann auf Basis des vorgegebenen globalen Signifikanzniveaus  $\alpha_{global}$  dem  $i$ -ten p-Wert das lokale Signifikanzniveau

$$\alpha_{lokal} = \frac{\alpha_{global}}{k - i + 1}$$

zugeordnet. Anschließend wird in aufsteigender Reihenfolge der p-Werte überprüft, ob der zugehörige  $\alpha$ -Wert kleiner ist. Sobald dies der Fall ist, werden die zugehörige und alle folgenden Nullhypothesen beibehalten.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die verwendeten Indizien teilweise aus gemeinsamen Basisdaten abgeleitet werden. Die Einzeltests sind damit nicht immer stochastisch unabhängig. Für die  $\alpha$ -Fehler-Korrektur folgt daraus, dass diese mit steigender Abhängigkeit konservativer ausfällt (Bortz 1993, S.249). Die Validität der Shilling-Analyse wird durch eventuelle Abhängigkeiten daher nicht reduziert, sondern tendenziell erhöht. Als globales Signifikanzniveau der Analyse wird  $\alpha = 0,01$  gewählt.

## 4. INDIZIEN-SIGNATUREN DER SHILLING-FORMEN

In Online-Auktionen lassen sich verschiedene Formen des Shilling beobachten. Hierzu zählen das Reservationspreis-Shilling, das Wettbewerbs-Shilling, das Unmasking sowie das Buy-Back-Shilling. Die verschiedenen Formen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der damit verfolgten Ziele, als auch bezüglich der für die Analyse geeigneten Indizien.

### 4.1 Reservationspreis-Shilling

Verschiedene Online-Auktionen verlangen Gebühren in Abhängigkeit des vom Verkäufer gewählten Startpreises einer Auktion. Dabei werden für Auktionen mit geringem Startpreis zumeist nur geringe Gebühren erhoben. Das Reservationspreis-Shilling zielt darauf ab, die Auktionsgebühr zu reduzieren, indem der Verkäufer die Auktion mit einem geringen Startpreis einstellt und dann mit Geboten unter fremdem Namen den Preis auf die Höhe seines tatsächlichen Reservationspreises anhebt.

Charakteristisch für das Reservationspreis-Shilling ist, dass diese Shilling-Gebote zumeist am Anfang der Auktion erfolgen, wohingegen reguläre Gebote typischerweise zu Auktionsende gehäuft stattfinden (Anwar et al. 2006). Kauffman und Wood (2003) nutzen die daraus resultierende Verschiebung des durchschnittlichen Gebotszeitpunktes als ein Indiz für Reservationspreis-Shilling.

In der folgenden Analyse werden mit der Gebotsanzahl und der relativen Gebotshöhe am Anfang der Auktion zwei weitere Indizien betrachtet, die mit dem Reservationspreis-Shilling typischerweise zunehmen. Die relative Gebotshöhe bezeichnet hierbei den Quotienten aus dem Auktionspreis nach Ablauf von zehn Prozent der Auktionszeit und dem in der Auktion erzielten Endpreis.

Die Anfangsphase der Auktion ist gegenüber Xu et al. (2009) mit zehn Prozent anstelle von 25 Prozent deutlich kürzer gewählt, um eine Fehlidentifikation früher Gebote zu vermeiden. Die empirische Analyse wurde vergleichend auch für den Wert von 25 Prozent durchgeführt, wobei sich jedoch nur geringfügige Verschiebungen in den detektierten Shilling-Quoten ergeben.

### 4.2 Wettbewerbs-Shilling

Das Wettbewerbs-Shilling (Competitive Shilling) zielt darauf ab, durch zusätzliche Gebote eine höhere Nachfrage zu simulieren, um so einen höheren Auktionspreis zu erzielen. Dabei kann zwischen aggressivem Shilling und Benign-Shilling unterschieden werden (Trevathan und Read 2007, S.64). Bei aggressivem Shilling findet ein wiederholtes Überbieten regulärer Gebote statt, um den Preis so weit wie möglich nach oben zu treiben. Das Benign-Shilling findet demgegenüber zu Auktionsbeginn statt, um damit andere Bieter zur Gebotsabgabe zu stimulieren.

Beide Formen des Wettbewerbs-Shilling finden typischerweise relativ früh im Auktionsverlauf statt, um den regulären Bietern ausreichend Zeit für ihre Gegengebote zu lassen. Die damit einhergehende Verschiebung des durchschnittlichen Gebotszeitpunktes wird in den Verfahren von Dong et al. (2010), Shah et al. (2003) sowie Trevathan und Read (2009) als Indiz verwendet. Ein weiteres Indiz bietet die durch das Shilling erhöhte Gebotsanzahl (Dong et al. 2010, Ford et al. 2010, Rubin et al. 2005 sowie Trevathan und Read 2009). In dem Verfahren von Xu et al. (2009)

wird als Indiz für das Benign-Shilling speziell die erhöhte Gebotsanzahl zu Beginn der Auktion betrachtet.

Als weiteres Indiz für Wettbewerbs-Shilling wird in der folgenden Analyse die relative Gebotsanzahl einzelner Bieter betrachtet. Nimmt ein einzelner Bieter in einer Auktion überdurchschnittlich viele Gebote vor, so kann dies ein Indiz für einen entsprechenden Shill-Bieter sein. Als Messgröße wird hierzu die Differenz aus der Gebotsanzahl des Bieters mit den meisten Geboten und der durchschnittlichen Gebotsanzahl aller Bieter berechnet. Speziell für das Benign-Shilling wird auch die relative Gebotshöhe zu Auktionsbeginn verwendet, die durch die initialen Shill-Gebote steigt.

### 4.3 Unmasking

Das Unmasking ist eine Form des Shilling, die darauf abzielt, das aktuelle Höchstgebot in einer verdeckten Auktion aufzudecken. Dabei wird der Umstand genutzt, dass viele Bieter auf den internen Bietagenten der jeweiligen Online-Plattform zurückgreifen. Im Auktionsverlauf kann hierbei der Fall eintreten, dass das dem Bietagenten vorgegebene Maximalgebot ein Fremdgebot zwar übersteigt, die Differenz jedoch nicht für das in der Auktion geforderte Mindestinkrement ausreicht. Der interne Bietagent platziert in diesem Fall dennoch ein gültiges Gebot in Höhe des Maximalgebotes. Dies kann im Rahmen einer sogenannten „discover-and-stop“-Strategie (Engelberg 2009) dazu genutzt werden, das Maximalgebot anhand einer Folge von Shill-Geboten aufzudecken. Als Indizien für das Unmasking werden im Folgenden sowohl die hohe Gebotsanzahl als auch die hohe relative Gebotsanzahl des Bieters mit den meisten Geboten verwendet.

Eine weitere Möglichkeit das Höchstgebot aufzudecken besteht darin, ein eigenes Höchstgebot zu platzieren und dieses anschließend zurückzuziehen. Während des temporären Höchstgebotes wird das zweithöchste Gebot sichtbar, und der Shill-Bieter kann den Auktionspreis mit dieser Information anschließend durch ein geringfügig kleineres Gebot erhöhen. In der folgenden Analyse wird diese Strategie jedoch nicht weiter betrachtet, da die vorliegenden Daten keine geeigneten Indizien bieten.

### 4.4 Buy-Back-Shilling

Beim Buy-Back-Shilling ersteigert der Verkäufer sein Auktionsgut unter falscher Identität selbst, weil beispielsweise nicht der erwartete Preis erzielt wurde. Diese Form des Shilling ist schwer nachweisbar, da sich das beobachtbare Verhalten auch als erfolgreiches Sniping interpretieren lässt. Ein mögliches Indiz kann darin bestehen, dass ein eindeutig identifizierbarer Artikel mehrmals von demselben Verkäufer eingestellt wird. Die für die folgende Analyse verwendeten Daten reichen für eine derartige Identifikation jedoch nicht aus. Das Buy-Back-Shilling wird daher im Rahmen dieses Beitrages nicht weiter betrachtet.

### 4.5 Verwendung der Indizien

Die anschließende Analyse erfolgt auf Basis der bereits vorgestellten Indizien. Neben den dargestellten Indizien werden in der Literatur noch einige weitere Indizien zur Identifizierung von Shilling vorgeschlagen, auf die jedoch aufgrund einer ungenügenden Datenlage nicht eingegangen wird.

Alle verwendeten Indizien sind für jeweils mehrere Shilling-Formen charakteristisch. In Tabelle 1 ist die Zuordnung der Indizien zu den Shilling-Formen dargestellt. Die Quellenangaben benennen den bereits aus der bestehenden Literatur bekannten

Einsatz einzelner Indizien. Die in diesem Aufsatz neu vorgeschlagenen Indizien und Zusammenhänge sind jeweils mit einem 'X' markiert. Untypische Indizien sind mit einem '-' gekennzeichnet.

Aus Tabelle 1 wird deutlich, dass die verschiedenen Shilling-Formen teilweise recht ähnliche Indizien-Signaturen aufweisen. Um eine trennscharfe Analyse zu gewährleisten, wird daher für die Detektion einer Shilling-Form gefordert, dass alle typischen Indizien vorliegen und alle untypischen Indizien fehlen müssen. Dies hat zur Folge, dass in der Analyse nur „reine“ Shilling-Formen erkannt werden. Ein gemeinsames Auftreten verschiedener Shilling-Formen wird demgegenüber in Abhängigkeit der jeweiligen Indizien-Signaturen nicht oder nur teilweise erfasst. Die in der Analyse ausgewiesenen Shilling-Quoten sind daher insofern konservativ, als dass sie das tatsächliche Shilling tendenziell unterschätzen.

**Tabelle 1: Überblick der in bestehenden Verfahren verwendeten und neu entwickelten Indizien**

Reservationspreis-Shilling	Benign-Shilling	Unmasking	aggressives Shilling
<b>Indiz 1: Durchschnittlicher Zeitpunkt der Gebote früher</b>			
Kauffmann, Wood (2003)	Dong et al. (2010); Shah et al. (2003); Trevathan, Read (2009)	-	Dong et al. (2010); Shah et al. (2003); Trevathan, Read (2009)
<b>Indiz 2: Überdurchschnittlich viele Gebote</b>			
-	Dong et al. (2010); Ford et al. (2010); Trevathan, Read (2009); Rubin et al. (2005)	X	Dong et al. (2010); Ford et al. (2010); Trevathan, Read (2009); Rubin et al. (2005)
<b>Indiz 3: Überdurchschnittlich viele Gebote zu Auktionsbeginn</b>			
X	Xu et al. (2009)	-	-
<b>Indiz 4: Überdurchschnittlicher Preisanstieg in der frühen Auktionsphase</b>			
X	X	-	-
<b>Indiz 5: Überdurchschnittliche Gebotsanzahl des Bieters mit den meisten Geboten</b>			
-	X	X	X

## 5. EMPIRISCHE ANALYSE

Die empirische Analyse wird mit realen Daten eines Online-Auktionshauses durchgeführt. Nach einer Beschreibung der verwendeten Daten werden zunächst die Ergebnisse der Einzelindizien und anschließend die detektierten Shilling-Formen dargestellt.

Die Auswertung erfolgt jeweils für drei Klassen von Verkäufern, die sich hinsichtlich der Anzahl der von ihnen durchgeführten Auktionen unterscheiden. Mit zunehmender Auktionszahl vergrößert sich zum einen die Stichprobe, die zu jedem Verkäufer vorliegt und damit auch die Belastbarkeit der Ergebnisse. Zum anderen können durch die Klassenbildung auch Verhaltensunterschiede zwischen Gelegenheitsanbietern und professionellen, meist gewerblichen Händlern aufgedeckt werden.

## 5.1 Verwendete Daten

Die verwendeten Daten wurden vom Online-Auktionshaus eBay (www.ebay.com) über eine dort zur Verfügung gestellte Schnittstelle per Internet gewonnen. Es konnten insgesamt über 80.000 Auktionen der Kategorie „US-Dollar-Münzen“, die zwischen Mai und August 2010 endeten, in die Stichprobe übernommen werden.<sup>2</sup> Die Informationen zu den Einzelauktionen beinhalten unter anderem die Start- und Endzeiten, Startgebote, Verkäufer-IDs, Artikelnummern und Titel sowie Daten zu den in den Auktionen abgegebenen Geboten.

Die extrahierten Daten umfassen mehr als 10.000 Verkäufer und über 440.000 Bieter, die mehr als 710.000 Gebote abgegeben haben. Aufgrund der Anonymisierung der Daten werden hierbei Bieter, die in mehreren Auktionen bieten, mehrfach gezählt. Jeder Bieter gibt in einer Auktion durchschnittlich 1,6 Gebote ab und jeder Verkäufer führt im Durchschnitt ungefähr acht Auktionen durch.

## 5.2 Ergebnisse der Einzelindizien

Zunächst werden die Auktionsdaten bezüglich der Einzelindizien untersucht. In Tabelle 2 sind die ermittelten Quoten dargestellt. Dabei werden als Klassen alle Verkäufer, Verkäufer mit mindestens 30 Auktionen sowie Verkäufer mit mindestens 100 Auktionen getrennt ausgewertet. Ausgewiesen sind jeweils die absolute Anzahl und der prozentuale Anteil der Verkäufer, die das entsprechende Indiz aufweisen.

**Tabelle 2: Anzahl und Anteil der Indizien in verschiedenen Verkäufer-Klassen**				
Indiz 1	Indiz 2	Indiz 3	Indiz 4	Indiz 5
**alle 10.855 Verkäufer (85.321 Auktionen)**				
363 (3%)	203 (2%)	124 (1%)	327 (3%)	251 (2%)
**445 Verkäufer (42.447 Auktionen) mit mindestens 30 Auktionen**				
127 (29%)	100 (23%)	40 (9%)	118 (27%)	124 (28%)
**95 Verkäufer (25.273 Auktionen) mit mindestens 100 Auktionen**				
36 (38%)	34 (36%)	13 (14%)	30 (32%)	49 (52%)

Die detektierten Quoten schwanken stark mit dem jeweiligen Indiz und der zugrundegelegten Verkäufer-Klasse. Der Minimalwert von 1% liegt bei Indiz 3 für die Klasse aller Verkäufer vor, der Maximalwert von 52% bei Indiz 5 für die Klasse der Verkäufer mit mindestens 100 Auktionen.

Bei dem Vergleich der Einzelindizien fällt zudem auf, dass Indiz 3 (überdurchschnittlich viele Gebote zu Auktionsbeginn) unabhängig von der betrachteten Verkäufer-Klasse deutlich seltener als die übrigen Indizien auftritt. Dies spiegelt sich auch später in den Quoten der Indizien-Signaturen wider.

Die Quoten nehmen bei allen Indizien mit der betrachteten Verkäufer-Klasse deutlich zu. Während die Indizien für die Klasse

<sup>2</sup> Es handelt sich dabei um aufsteigende Auktionen, die der Englischen und der Vickrey-Auktion ähneln und von eBay als „chinesische“ Auktionen bezeichnet werden. Siehe hierzu auch Steiglitz (2007) S. 25ff.



aller Verkäufer nur geringe Quoten aufweisen, wird bei den Verkäufern mit mindestens 100 Auktionen für vier von fünf Indizien eine Quote von über 30% ermittelt. Bezüglich der Einzelindizien sind professionelle Verkäufer damit deutlich auffälliger als Gelegenheitsverkäufer.

### 5.3 Ergebnisse der Shilling-Formen

Aufbauend auf den detektierten Einzelindizien werden im zweiten Schritt anhand der für jede Shilling-Form charakteristischen Indizien-Signatur die entsprechenden Shilling-Quoten ermittelt. Die Indizien-Signaturen wurden wie in Abschnitt 4.5 beschrieben mit dem Ziel einer hohen Trennschärfe und sehr restriktiv konstruiert. Dabei werden nur „reine“ Shilling-Formen detektiert und die ermittelten Quoten fallen tendenziell konservativ aus. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Zusätzlich ist in der rechten Spalte die Summe über alle Shilling-Formen ausgewiesen.

Die ermittelten Quoten schwanken wiederum stark mit der jeweiligen Shilling-Form und der zugrundegelegten Verkäufer-Klasse. Für das Reservationspreis-Shilling und das aggressive Shilling zeigen sich dabei unabhängig von der Verkäufer-Klasse nur geringe Quoten von bis zu 2%.

**Tabelle 3: Anzahl und Anteil der Shilling-Formen in verschiedenen Verkäufer-Klassen**

Reservationspreis-Shilling	Benign-Shilling	Unmasking	aggressives Shilling	Gesamt
<b>alle 10.855 Verkäufer (85.321 Auktionen)</b>				
41 (~0%)	55 (1%)	45 (~0%)	16 (~0%)	157 (1%)
<b>445 Verkäufer (42.447 Auktionen) mit mindestens 30 Auktionen</b>				
10 (2%)	26 (6%)	17 (4%)	10 (2%)	63 (14%)
<b>95 Verkäufer (25.273 Auktionen) mit mindestens 100 Auktionen</b>				
1 (1%)	12 (13%)	7 (7%)	1 (1%)	21 (22%)

Deutlicher häufiger treten demgegenüber das Benign-Shilling und das Unmasking auf. Hier zeigt sich auch wie bei den Einzelindizien eine starke Abhängigkeit von der betrachteten Verkäufer-Klasse. Während die Quoten für die Klasse aller Verkäufer bei nur 1% für Benign-Shilling und 0% für Unmasking liegen, steigen die Quoten bei der Einschränkung auf Verkäufer mit mindestens 100 Auktionen auf 13% und 7% an. Es ist daher anzunehmen, dass diese Shilling-Formen gezielt von professionellen Verkäufern genutzt werden.

### 5.4 Diskussion der Ergebnisse

Ein Schwachpunkt aller vorliegenden Verfahren zur Erkennung von Shilling liegt in der Anwendung von in der breiten Auktionspraxis kaum verifizierbaren Indizien. Die Korrektheit der Ergebnisse basiert damit entscheidend auf der zielgenauen Konstruktion der zugrundeliegenden Indizien. Eventuelle Fehler in der Indizien-Konstruktion können dabei sowohl zum Unter- als auch zum Überschätzen der realen Quoten führen.

In dem vorgestellten Verfahren wird durch die Kombination verschiedener notwendiger Indizien zu einer hinreichenden Indizien-Signatur das Risiko einer überschätzten Quote deutlich reduziert. Im Gegenzug werden die realen Shilling-Quoten jedoch

systematisch unterschätzt, da auf „reine“ Shilling-Formen abgestellt und das gleichzeitige Vorliegen mehrerer Shilling-Formen in Abhängigkeit der beteiligten Signaturen nicht oder nur teilweise erkannt wird.

Darüber hinaus wurde das Signifikanzniveau in der empirischen Analyse mit  $\alpha_{\text{global}} = 0,01$  sehr restriktiv gewählt. Daher ist zu vermuten, dass die verschiedenen Shilling-Formen in der Praxis deutlich häufiger auftreten. Die ermittelten Quoten lassen sich somit als eine untere Schranke interpretieren.

Die aus der Literatur bekannten Schätzungen gehen allgemein von Shilling-Quoten zwischen 1% und 10%, teilweise auch von bis zu 18% (Ford et al. 2010) aus. Dies deckt sich mit der in Tabelle 3 für die Klasse aller Verkäufer dargestellten Gesamtquote von 1%. Für die Klasse der Verkäufer mit mindestens 100 Auktionen liefert das neue Verfahren demgegenüber eine deutlich höhere Quote von 22%. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der sehr restriktiven Konstruktion bemerkenswert.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

In dem vorliegenden Beitrag wurde ein neues Verfahren zur Identifizierung verschiedener Shilling-Formen in Online-Auktionen vorgestellt. Die Innovation des Ansatzes besteht zum einen in der Verwendung stochastischer Verfahren zur Differenzierung zwischen „normalen“ und „auffälligen“ Verkäufern. Damit wird eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit einer Fehlidentifizierung möglich. Zum anderen werden sowohl neue als auch bereits in der Literatur diskutierte Indizien zu Indizien-Signaturen zusammengeführt, die auf eine trennscharfe Detektion der verschiedenen Shilling-Formen abzielen.

Das neue Verfahren wurde auf Daten des Online-Auktionshauses eBay angewendet. Die verschiedenen Einzelindizien liefern mit einer Ausnahme recht ähnliche Werte. Für die darauf aufbauende Analyse der einzelnen Shilling-Formen ergeben sich jedoch deutlich unterschiedliche Quoten. Hohe Quoten treten vor allem bei dem Benign-Shilling und dem Unmasking auf. Auffällig ist, dass diese Shilling-Formen bei professionellen Verkäufern besonders häufig erkannt werden. Das Reservationspreis-Shilling und das aggressive Shilling sind nur schwach vertreten. Da das vorgeschlagene Verfahren sehr restriktiv konstruiert ist, sind die ermittelten Quoten tendenziell als eine untere Schranke zu interpretieren.

Das Verfahren wurde bislang nur auf das Auktionssegment „US-Dollar-Münzen“ angewendet. Ein interessanter nächster Schritt besteht darin, weitere Auktionssegmente vergleichend zu untersuchen.

## 7. LITERATUR

- [1] Anwar, S., McMillan, R., Zheng, M. 2006. Bidding behavior in competing auctions: evidence from eBay. *European Economic Review* 50, 2 (Februar 2006), 307-322. DOI=<http://dx.doi.org/10.1016/j.euroecorev.2004.10.007>.
- [2] Ariely, D., Ockenfels, A., Roth, A. E. 2005. An experimental analysis of ending rules in internet auctions. *The RAND Journal of Economics* 36, 4 (Winter 2005), 890-907.
- [3] Bortz, J. 1993. *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Springer. 4. Auflage



- [4] Dong, F., Shatz, S. M., Xu, H. 2010. Reasoning under uncertainty for shill detection in online auctions using dempster shafer theory. Erscheint in *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering* 20 (November 2010).
- [5] Engelberg, J., Williams, J. 2009. eBay's proxy bidding: a license to shill. *Journal of Economic Behavior & Organization* 72, 1 (Oktober 2009), 509-526. DOI=<http://dx.doi.org/10.1016/j.jebo.2009.05.023>.
- [6] Ford, B. J., Xu, H., Valova, I. 2010. Identifying suspicious bidders utilizing hierarchical clustering and decision trees. In *Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence* (Las Vegas, USA, 12.-15. Juli, 2010), 195-201.
- [7] Goel, A., Xu, H., Shatz, S. M. 2010. A multi-state bayesian network for shill verification in online-auctions. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering* (San Francisco, USA, 1.-3. Juli 2010), 279-285.
- [8] Hochberg, Y., Tamane, A. C. 1987. *Multiple comparison procedures*. Wiley & Sons.
- [9] Holm, S. 1979. A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics* 6, 2 (1979), 65-70.
- [10] Kauffman, R. J., Wood, C. A. 2003. Running up the bid: detecting, predicting, and preventing reserve price shilling in online auctions. In *Proceedings of the 5th International Conference on Electronic Commerce* (Pittsburgh, USA, 30. September – 5. Oktober 2003), 259-265. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/948005.948040>.
- [11] Rubin, S., Christodorescu, M., Ganapathy, V., Giffin, J., Kruger, L., Wang, H., Kidd, N. An auctioning reputation system based on anomaly detection. In *Proceedings of the 12th Conference on Computer and Communications Security* (Alexandria, USA, 7.-11. November 2005), 270-279. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1102120.1102156>.
- [12] Shah, H. S., Joshi, N. R., Sureka, A., Wurman, P. R. 2003. *Mining eBay: bidding strategies and shill detection*. Lecture Notes in Computer Science 2703 (2003), 17-34. DOI=[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-39663-5\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-39663-5_2).
- [13] Steiglitz, K. 2007. *Snipers, shills, & sharks – eBay and human behavior*. Princeton University Press.
- [14] Trevathan, J., Read, W. 2009. Detecting shill bidding in online english auctions. In: *Handbook of Research on Social and Organizational Liabilities in Information Security*, Gupta, M., Sharman, R., Ed. Information Science Reference, 446-470.
- [15] Trevathan, J., Read, W. 2007. Investigating shill bidding behavior involving colluding bidders. *Journal of Computers* 2, 10 (Dezember 2007), 63-75. DOI=<http://dx.doi.org/10.4304/jcp.2.10.63-75>.
- [16] Xu, H., Bates, C. K., Shatz, S. M. 2009. Real-time model checking for shill detection in live online auctions. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering Research and Practice* (Las Vegas, USA, 13. – 16. Juli 2009), 134-140.
- [17] Xu, H., Cheng, Y-T. 2007. Model checking bidding behaviors in internet concurrent auctions. *International Journal of Computer Science & Engineering* 22, 4 (Juli 2007), 179-191.

# Kundentypen und Nutzungsabsicht von mobilen Versicherungsdiensten: Eine empirische Analyse

Stephan von Watzdorf  
Information Management, ETH Zürich  
Scheuchzerstrasse 7  
CH-8092 Zürich  
+41 44 6328960

[swatzdorf@ethz.ch](mailto:swatzdorf@ethz.ch)

Tobias Ippisch  
ITEM-HSG, Universität St. Gallen  
Dufourstrasse 40  
CH-9000 St. Gallen  
+41 71 2247246

[tobias.ippisch@unisg.ch](mailto:tobias.ippisch@unisg.ch)

Frédéric Thiesse  
Universität Würzburg  
Josef-Stangl-Platz 2  
D-97070 Würzburg  
+41 931 3180242

[frederic.thiesse@uni-wuerzburg.de](mailto:frederic.thiesse@uni-wuerzburg.de)

Elgar Fleisch  
ITEM-HSG, Universität St. Gallen  
Dufourstrasse 40  
CH-9000 St. Gallen  
+41 71 2247240

[elgar.fleisch@unisg.ch](mailto:elgar.fleisch@unisg.ch)

## ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von der zunehmenden Verbreitung von Smartphones wird untersucht, welchen Nutzen mobile Dienste als Ergänzung klassischer Dienstleistungen in den Augen potenzieller Kunden haben. Am Beispiel der Versicherungsbranche wird zu diesem Zweck analysiert, welche mobilen Dienste von Kunden nachgefragt werden und wie letztere gezielt angesprochen werden können. Mit Hilfe von Fokusgruppen werden diejenigen Dienste mit dem grössten Nutzenpotenzial identifiziert. Hierbei zeigt sich, dass diese aus dem Bereich der Hilfe- und Notfallanwendungen kommen. Die Kundenperspektive auf diese Dienste wird mit Hilfe von demographischen Faktoren, der Technologieaffinität, dem Vertrauen in den Anbieter und der Risikoeinstellung im Rahmen einer Onlinebefragung untersucht. Während abhängig von der Demographie keine Unterschiede sichtbar werden, gehen ein gesteigertes Vertrauen in den Anbieter, eine höhere Technologieaffinität und ein risikoaverses Verhalten mit einer gesteigerten Nutzungsintention einher.

## Schlüsselwörter

Mobile Dienste; Versicherung; Nutzungsbereitschaft; Umfrage.

## 1. EINLEITUNG

Die Verbreitung von Smartphones hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Ein steigendes Datenvolumen, welches von Mobil-

telefonen verursacht wird, ist ein Indikator für die zunehmende Akzeptanz des mobilen Internet. Die Nutzung von mobilen „Apps“ und Websites für mobile Geräte trägt hierzu in besonderem Masse bei. Auf die Chancen von mobilen Diensten sind Unternehmen in den verschiedensten Branchen aufmerksam geworden. Mobile Anwendungen ermöglichen Unternehmen, beim Kunden Präsenz zu zeigen, und können in Konsequenz als ein aktiver Kommunikationskanal genutzt werden. Unternehmen, die mobile Dienste ihren Kunden zur Verfügung stellen, werden allgemein als innovativ wahrgenommen und erhalten so die Gelegenheit, sich gleichzeitig am Markt gegenüber ihren Konkurrenten zu differenzieren. Den grössten Erfolg versprechen dabei mobile Dienste, die dem Kunden einen längerfristigen, echten Mehrwert bieten und dem Kunden auf diese Weise einen Anreiz geben, den mobilen Dienst regelmässig zu verwenden.

Bislang werden mobile Dienste im deutschsprachigen Raum überwiegend von Unternehmen aus den Bereichen Handel, Nachrichten, Tourismus und Unterhaltung angeboten, die die Applikationen zur Vertriebsunterstützung oder als Informationskanal einsetzen. Im Gegensatz dazu sind in der Versicherungsbranche mobile Dienste noch kaum am Markt sichtbar. Die Gründe dafür stellen sich als sehr heterogen dar. Einerseits haben sich Versicherungen im Allgemeinen in der Vergangenheit aus dem Bestreben heraus, mögliche Geschäftsrisiken zu minimieren, nur wenig innovationsfreudig in Bezug auf neue technologische Möglichkeiten gezeigt [1]. Zum anderen ist die Branche in Deutschland, Österreich und der Schweiz erst seit wenigen Jahren durch Liberalisierungsbemühungen einem verstärkten Wettbewerb ausgesetzt. Ausgehend von dem Mangel an Innovationen im Versicherungsprodukt, einem verschärften Wettbewerb, preisgetriebenen und zunehmend illoyalen Kunden verlagern die Versicherer ihre Bemühungen in den Bereich der Zusatzleistungen [2]. Leistungen, die ergänzend zum Kernprodukt wirken, werden in der Hoffnung angeboten, sich gegenüber dem Wettbewerb zu

differenzieren und dem Kunden einen Mehrwert jenseits der traditionellen Risikoübernahme zu bieten [3]. Das Ziel ist es dabei, den Kontakt mit dem Kunden zu erhöhen, ein positives Kundenerlebnis herbeizuführen und langfristig die Loyalität zu steigern und somit die Preissensibilität zu senken.

Ausgehend von der Entwicklung am Versicherungsmarkt, wird im Rahmen dieser Studie das Potenzial von mobilen Diensten als Zusatzleistung untersucht. Die Thematik der Zusatzleistungen wird von akademischer Seite typischerweise im Bereich der Wirtschaftsinformatik (bzw. IS-Forschung) und des Dienstleistungsmarketings diskutiert [4]. Während auf Seiten der Wirtschaftsinformatik Fragen nach der Akzeptanz eines mobilen Dienstes im Sinne eines neuartigen „IT-Artefakts“ gestellt werden, wird fast durchgängig der Bezug zum Anbieter vernachlässigt. Bisher ungeklärt bleibt hier die Frage nach der Ansprache von potenziellen Nutzern. Im Bereich des Dienstleistungsmarketings wiederum werden Zusatzleistungen als strategische Massnahme zur Differenzierung diskutiert [5]. Der Einsatz von Technologie oder mobilen Diensten ist allerdings hier eher selten Gegenstand der Betrachtung.

Vor diesem Hintergrund ist es die Zielsetzung der vorliegenden Studie, zu untersuchen, welche mobilen Dienste von Kunden akzeptiert werden und somit Erfolg versprechend von Versicherungen angeboten werden können. Hierbei sind Anwendungen u.a. im Bereich der Vertriebsunterstützung, des Schadenmanagements, der Mehrwertdienste für den Kunden oder der Notfall- und Hilfeanwendungen denkbar. Eine weitere Zielsetzung ist es, zu untersuchen, wie die Kunden als Nutzer solcher Dienste angesprochen werden können. Eine gezielte Bereitstellung derartiger Dienste setzt voraus, dass Nutzer, die ein Interesse an den mobilen Diensten zeigen, präzise angesprochen werden können. Die Frage, wie eine solche Ansprache basierend auf demographischen, technologie- oder versicherungsseitigen Merkmalen aussehen kann, wird daher ebenfalls genauer betrachtet.

Der weitere Beitrag ist wie folgt strukturiert: Im nächsten Abschnitt wird zunächst auf das gewählte Untersuchungsdesign inkl. Forschungsmodell und –methodik eingegangen. Die Ergebnisse der Studie werden anschließend im dritten Abschnitt präsentiert. Der Beitrag schliesst mit einer Zusammenfassung und Diskussion der wesentlichen Ergebnisse.

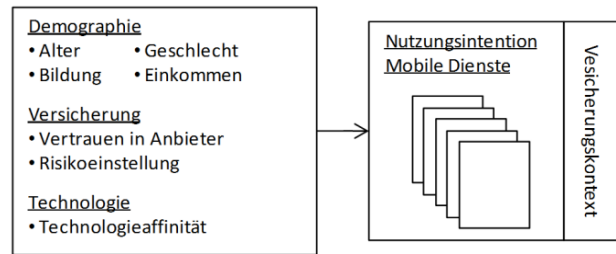
## 2. VORGEHEN

Die Zielsetzung der Studie war, zu untersuchen, welche mobilen Dienste von Versicherungskunden akzeptiert werden, und wie potentielle Nutzer dieser Dienste angesprochen werden können. Dazu wird in den folgenden beiden Kapiteln das methodische Vorgehen beschrieben.

### 2.1 Relevante Literatur

Die Frage danach, welche mobilen Dienste von Unternehmen angeboten werden sollten und wie die Kunden angesprochen werden können, wird in verschiedenen Bereichen der vorliegenden Literatur untersucht.

Zum Einen wird der Benutzer (bzw. Konsument) ins Zentrum der Betrachtung gerückt. Dabei wird versucht, die Nutzungsabsicht der Kunden zu erklären. Die Literatur, die sich mit der



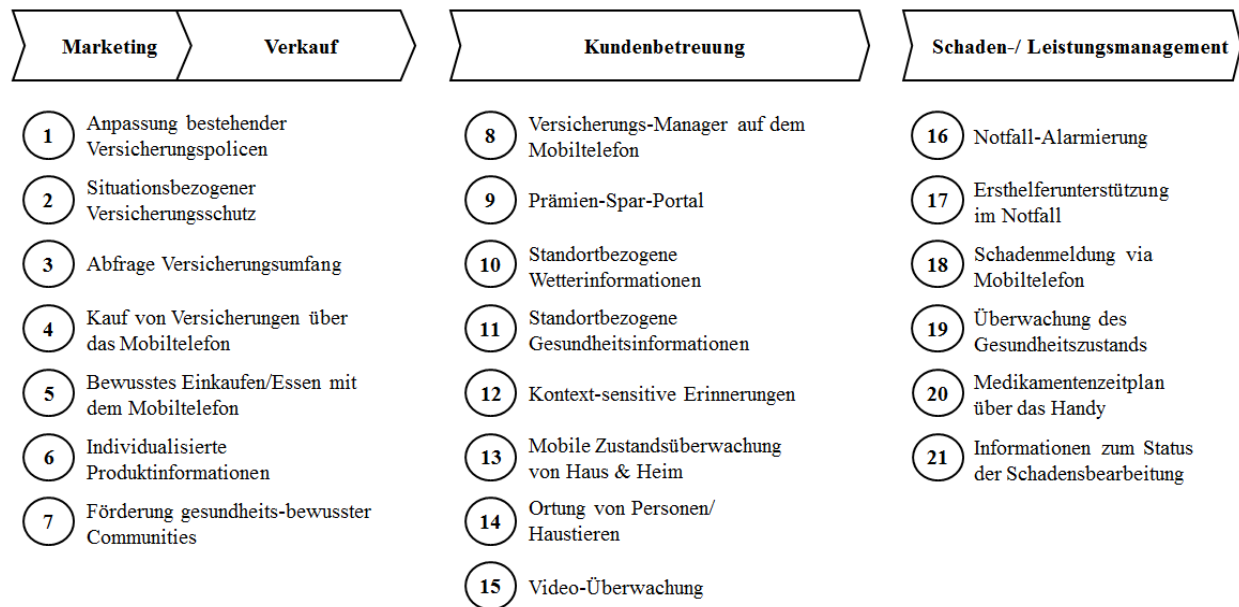
**Bild 1: Forschungsmodell**

Nutzungsabsicht von Technologien beschäftigt, lässt sich primär im Bereich der Technologieakzeptanzstudien finden. Dabei werden grosszahlige, aus Umfragen gewonnene Stichproben mit diversen multivariaten statistischen Verfahren wie der Faktor-, Regressions- oder Kausalanalyse untersucht. Häufig werden dazu Strukturmodelle wie das bekannte „Technology Acceptance Model“ [6] oder die „Unified Theory of Technology Acceptance and Use of Technology“ [7] herangezogen, um die Absicht zur Nutzung von neuen IuK-Technologien zu erklären. Zur Erklärung der Nutzungsabsicht werden dabei Faktoren wie der wahrgenommene Nutzen einer Technologie, die Bedienbarkeit oder die Einstellung gegenüber der Technologie über entsprechende Skalen in Fragebögen gemessen. Während sich eine Vielzahl von Studien finden lässt, die auf diese Weise die Nutzungsintention von mobilen Diensten erklären [8], liegen bislang keine Arbeiten vor, die im Speziellen Einflussfaktoren diskutieren, über die eine präzisere Ansprache von Nutzern ermöglicht wird. Hierzu ist notwendig, Kundeneigenschaften wie Geschlecht, Altersgruppe oder Technologieaffinität daraufhin zu analysieren, inwiefern eine Relevanz bei der Ansprache der Nutzer gegeben ist. Bestehende Studien im Bereich der Finanzwirtschaft beschränken sich auf die Untersuchung der Akzeptanz von mobilen Bezahlungssystemen [9] [10]. Mobile Anwendungen im Bereich der Versicherungswirtschaft sind hingegen nur selten Gegenstand der Betrachtung, wie z.B. in einer Studie, die die Eignung von PDAs zur Vertriebsunterstützung untersucht [11].

Zum Anderen wird in verschiedenen Arbeiten das Unternehmen ins Zentrum der Betrachtung gerückt. Dabei wird untersucht, wie durch mobile Anwendungen Kundenwert generiert werden kann [12]. Ausserdem wird betrachtet, wie betriebliche Prozesse (z.B. in Logistik, Produktion oder Customer Relationship Management) durch mobile Dienste verbessert werden können [13]. Auch in diesem Teil der Literatur werden mobile Finanzdienstleistungen diskutiert. Hierbei werden ebenfalls der Einsatz von Mobile Banking, Mobile Brokerage oder Mobile Payment untersucht [14]. Studien, die den unternehmensseitigen Einsatz von mobilen Versicherungsanwendungen untersuchen, liegen hingegen bislang nicht vor.

### 2.2 Forschungsmodell

Im dieser Studie zu Grunde liegenden Forschungsmodell werden Faktoren, die für die Ansprache der Nutzer von versicherungsnahen mobilen Diensten relevant sind, betrachtet. Erstens wird untersucht, ob die demographischen Faktoren Alter, Geschlecht, Einkommen, Bildungsstand und Herkunftsland einen signifikanten Einfluss auf die Nutzungsintention haben. Zweitens wird geprüft, ob es zwischen der Technologieaffinität der Nutzer und



**Bild 2: Anwendungsvorschläge aus den Fokusgruppen**

ihrer Nutzungsabsicht einen signifikanten Zusammenhang gibt. Drittens werden zwei Faktoren untersucht, die im Rahmen des Versicherungskontexts relevant sind. Hierbei wird der Einfluss des Vertrauens in den Versicherungsanbieter einerseits und die Risikoeinstellung der Nutzer andererseits untersucht. Einen Überblick über das Forschungsmodell gibt Bild 1.

### Identifikation mobiler Dienste

Mit dem Ziel, mobile Anwendungen im Kontext der Versicherung zu identifizieren, die Versicherungskunden nachfragen, wurde ein zweistufiger Ansatz verfolgt. Im Rahmen der ersten Stufe wurde mit Fokusgruppen gearbeitet, um neue mobile Anwendungen zu identifizieren [15]. Die erste Fokusgruppe umfasste verschiedene Repräsentanten des akademischen Umfelds und Vertreter von Mobilfunkbetreibern. Die Teilnehmer wurden gebeten, Vorschläge für mobile Anwendungen zu entwickeln, die speziell von einem Versicherer angeboten werden könnten. Hieraus resultierte eine Liste mit 20 mobilen Diensten. Anschließend wurden weitere Fokusgruppen mit Versicherungsanbietern durchgeführt. Das Ziel bestand darin, eine qualitative Bewertung der identifizierten Anwendungen vorzunehmen und, sofern möglich, neue Anwendungen zu finden. Zu diesem Zweck wurden über einen Zeitraum von drei Monaten hinweg insgesamt sieben Fokusgruppen mit fünf Sach- und zwei Krankenversicherern durchgeführt. Hierbei wurden die Versicherungsanbieter in getrennten Fokusgruppen mit den bestehenden Ideen konfrontiert, um ein nicht-kompetitives Umfeld zu schaffen, in dem die Ideen frei diskutiert werden konnten. Im Rahmen der Fokusgruppen mit den Versicherungsanbietern wurden die Ideen aus der anfänglichen Sammlung verfeinert und die Auswahl der Dienste auf 21 erweitert (siehe Bild 2).

In einer zweiten Stufe im Anschluss an die Fokusgruppe wurden die 21 Anwendungen von Konsumenten bewertet. Hierzu wurde

eine repräsentative Stichprobe von 300 Personen im Rahmen eines Online-Konsumentenpanels zu Ihrem persönlichen Interesse an den 21 Anwendungen und Ihrer Einschätzung zu deren Marktaussichten befragt. Die so erfassten Bewertungen sind in Bild 3 zusammengefasst. Für die weitere Untersuchung wurden die fünf bestbewerteten Dienste berücksichtigt, um die Frage nach der Ansprache der Nutzer dieser Dienste zu klären: (i) Notfall-Alarmierung, (ii) Ersthelferunterstützung im Notfall, (iii) standortbezogene Wetterinformationen per SMS, (iv) mobile Zustandsüberwachung von Haus & Heim, (v) Schadenmeldung via Mobiltelefon.

### 2.3 Datensammlung & Stichprobe

Ausgehend von der Identifikation und Vorabbewertung der mobilen Dienste wurden im Anschluss die fünf am besten bewerteten mobilen Dienste im Rahmen einer zweiten Befragung genauer untersucht. Basierend auf dem oben vorgestellten Forschungsmodell bestand der verwendete Fragebogen aus zwei Teilen:

- Im ersten Teil der Studie wurden die demographischen Faktoren Geschlecht, Alter, Einkommen und Ausbildungsstand erhoben. Eine Einordnung der Befragten hinsichtlich ihrer Technologieaffinität wurde mit Hilfe des Technology-Readiness-Index [16] vorgenommen. Das allgemeine Nutzungsverhalten bzgl. mobiler Dienste wurde anhand der monatlichen Ausgaben und der genutzten Anwendungen erfasst. Ausserdem wurden die versicherungsrelevanten Faktoren des Vertrauens in den Anbieter sowie die Risikoeinstellung erhoben. Die Fragen zur Risikoeinstellung wurden, ebenso wie die Fragen zum Vertrauen in die Versicherungsanbieter aus der Literatur übernommen (vgl. [17][18][19]). Die Technologieaffinität und versicherungsrelevante Faktoren wurden mit Hilfe einer siebenstufigen Likert-Skala erfasst.

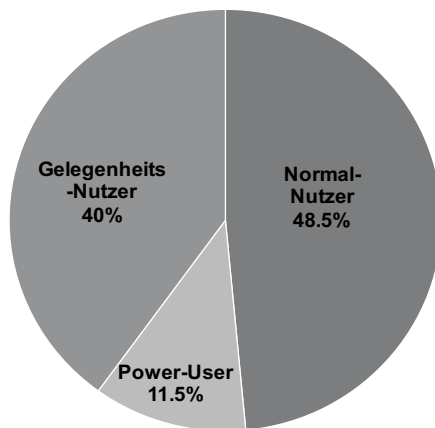
	Marktaussicht		persönliches Interesse		
Notfall-Alarmierung	81%	██████████	81%	██████████	Service
Ersthelferunterstützung im Notfall	58%	████████	72%	██████████	Service
Standortbezogene Wetterinformationen per SMS	55%	████████	63%	██████████	Service
Mobile Zustandsüberwachung von Haus & Heim	48%	████████	59%	██████████	Service
Schadenmeldung via Mobiltelefon	48%	████████	57%	██████████	Service
Ortung von Personen/Haustieren	43%	████████	57%	██████████	Service
Video-Überwachung	35%	██████	55%	██████████	Service
Medikamentenzeitplan über das Handy	31%	██████	54%	██████████	Service
Überwachung des Gesundheitszustands	20%	████	44%	████████	Service
Informationen zum Status der Schadensbearbeitung	20%	████	63%	██████████	Service
Prämien-Spar-Portal	13%	███	45%	████████	Service
Abfrage Versicherungsumfang	12%	███	45%	████████	Verkauf/Marketing
Bewusstes Einkaufen/Essen mit dem Mobiltelefon	10%	███	42%	████████	Verkauf/Marketing
Individualisierte Produktinformationen	8%	███	27%	██████	Verkauf/Marketing
Versicherungs-Manager auf dem Mobiltelefon	8%	███	50%	██████████	Service
Standortbezogene Gesundheitsinformationen	8%	███	42%	████████	Service
Anpassung bestehender Versicherungspolice	7%	███	38%	████████	Verkauf/Marketing
Kontext-sensitive Erinnerungen	6%	███	42%	████████	Service
Situationsbezogener Versicherungsschutz	6%	███	39%	████████	Verkauf/Marketing
Kauf von Versicherungen über das Mobiltelefon	1%	I	31%	██████	Verkauf/Marketing
Förderung gesundheitsbewusster Communities	1%	I	32%	██████	Verkauf/Marketing

**Bild 3: Favorisierte Anwendungen aus Konsumentensicht (n=300)**



**Bild 4: Illustrierende Darstellung der mobilen Benutzeroberfläche**

- Im zweiten Teil der Studie wurden jedem Teilnehmer zwei von insgesamt fünf Diensten zufällig vorgestellt, wobei er seine jeweilige Nutzungsabsicht zu jedem Dienst angeben sollte. Die Funktionalität der mobilen Dienste wurde dabei mit einer textuellen Beschreibung und zusätzlichen graphischen „Mock-Up“-Darstellungen verdeutlicht (s. Bild 4).



#### **Gelegenheits-Nutzer**

- Geringe monatliche Mobilfunkausgaben
- Haben viele Handy-Funktionen nicht bzw. benutzen sie nicht
- „Das Mobiltelefon ist zum Telefonieren da“

#### **Normal-Nutzer**

- Mittlere monatliche Mobilfunkausgaben
- Geräte mit solidem Funktionsumfang, werden „bei Vertragsverlängerung ersetzt“
- Regelmässige / gelegentliche Nutzung der Standard-Funktionen

#### **Power-User**

- Hohe monatliche Mobilfunkausgaben
- Neue Mobiltelefone mit zahlreichen Funktionen
- Internet, Terminverwaltung und Software-Downloads z.T. schon regelmässig

**Bild 5: Bildung von Kundensegmenten nach Mobilfunknutzungsverhalten**



#### **Versicherungsaffine Kunden**

- Befassen sich mit Versicherungen und vergleichen Angebote
- Hohes Vertrauen in Versicherungsgesellschaften
- Hohes Sicherheitsbewusstsein

#### **Kritische Delegierer**

- Delegieren Versicherungsangelegenheiten an Berater
- Geringes Vertrauen in Versicherungsgesellschaften
- Hohes Sicherheitsbewusstsein

#### **Passive, sicherheitsbewusste Kunden**

- Vergleichen kaum Angebote, da kaum Unterschiede wahrgenommen werden
- Mittleres Vertrauen in Versicherungsgesellschaften
- Hohes Sicherheitsbewusstsein

#### **Internetaffine Kunden**

- Vergleichen online und kaufen Standardprodukte nach Preis
- Mittleres Vertrauen in Versicherungsgesellschaften
- Mittleres Sicherheitsbewusstsein

#### **Risikobereite Kunden**

- Interessieren sich nicht für Versicherungen
- Geringes Vertrauen in Versicherungsgesellschaften
- Geringes Sicherheitsbewusstsein

**Bild 6: Bildung von Kundensegmenten nach Versicherungsaffinität**

Die Studie wurde mit Hilfe eines Online-Panels durchgeführt, wobei die Teilnehmer (n=2437) mit monetären Anreizen inzentiviert wurden. Die Befragung wurde in den Ländern Deutschland (26% der Teilnehmer), Österreich (27% der Teilnehmer) und der Schweiz (25% deutschsprachige Schweiz, 12% französischsprachige Schweiz) durchgeführt. Die Studie wurde mit Hinblick auf Geschlecht (49,6% männlich, 50,4% weiblich) und Alter (2,6% jünger als 20 Jahren, 17,8% 20 bis 30 Jahre, 21,1% 30 bis 40 Jahre, 27,3% 40 bis 50 Jahre, 20,6% 50 bis 60 Jahre, 10,6% älter als 60 Jahre) kontrolliert und war somit repräsentativ für die Gruppe der Internetnutzer.

Aufgrund der gemachten Angaben zur Mobilfunknutzung bzw. zur Versicherungsaffinität konnten die befragten Personen verschiedenen Segmenten zugeordnet werden (s. Bild 5 und 6). Dazu wurden die Art des Mobiltelefons, die durchschnittlichen monatlichen Ausgaben sowie die genutzten Funktionen herangezogen. Mit Hilfe einer Clusteranalyse wurden die Befragten dann in die Gruppen der Gelegenheits-Nutzer, der Normal-Nutzer und der Power-Nutzer eingeteilt. Ähnlich wurde bei der Klassifizierung des Kundentyps für Versicherungen vorgegangen. Hier wurden Fragen zur Risikoeinstellung, dem Vertrauen in den Versicherer, der Affinität zum Thema Versicherung sowie zum bevorzugten Kaufkanal gestellt. Im Anschluss wurde ebenfalls eine Clusteranalyse durchgeführt, woraus fünf versicherungsspezifische Kundentypen resultierten. Nach der Bereinigung der



Daten um unvollständige Datensätze verblieben bzgl. der fünf Dienste jeweils 768, 849, 773 bzw. 662 Bewertungen.

### 3. DATENANALYSE

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Studie beschrieben. Dabei wird zuerst auf die Bewertung der fünf mobilen Dienste eingegangen. Im Weiteren wird die Nutzungsabsicht der befragten Teilnehmer hinsichtlich des Einflusses von demographischen Merkmalen, der Technologieaffinität und in Bezug auf die versicherungsrelevanten Merkmale Vertrauen und Risikoeinstellung untersucht. Die Merkmale, die zur Ansprache untersucht werden, basieren ausnahmslos auf validierten Konstrukten aus der Literatur. Auf diese wird in den entsprechenden Unterabschnitten referenziert. Des Weiteren wird pro Konstrukt die Reliabilität in Form des Cronbachschen Alpha-Wertes angegeben. Basierend auf den verschiedenen Merkmalen wurden einfaktorielle ANOVA-Berechnungen durchgeführt, um signifikante Einflüsse zwischen den verschiedenen Ausprägungen der Merkmale aufzudecken. Die Berechnungen wurden zum einen für die fünf Anwendungen getrennt durchgeführt und zum anderen für die Summe aller bewerteten mobilen Dienste. Dabei wurden die Nutzungsabsichten über alle Anwendungen hinweg betrachtet. Dies geschah mit Hinblick darauf, dass sowohl Unterschiede zwischen den Diensten als auch der Einflüsse auf die Gesamtheit aller mobilen Dienste analysiert werden sollten.

#### 3.1 Demographische Faktoren

Ausgehend von den demographischen Faktoren Alter, Herkunftsland, Geschlecht und Bildung wurde untersucht, ob ein signifikanter Einfluss auf die Nutzungsabsicht vorliegt.

Es liessen sich keine eindeutigen Änderungen der Nutzungsabsicht abhängig vom Alter feststellen (s. Bild 8). Weder für die einzelnen Dienste, noch für die gemeinsame Betrachtung aller Dienste konnte ein signifikanter Einfluss des Alters auf die Nutzungsabsicht gefunden werden. In der graphischen Darstellung lässt sich ein allenfalls leichter Anstieg der Nutzungsintention mit steigendem Alter erahnen.

Für die Betrachtung des Herkunftslandes liess sich ebenfalls kein eindeutiger Trend ableiten (s. Bild 9). In der Betrachtung der einzelnen Dienste konnte kein signifikanter Einfluss des Herkunftslandes auf die Nutzungsabsicht aufgezeigt werden. Für die Gesamtheit aller bewerteten Dienste kann hingegen ein leicht signifikanter Einfluss beobachtet werden ( $F(3,3750) = 2,84$  mit  $p < 0,05$ ), mit einer erhöhten Nutzungsabsicht in Deutschland und Österreich.

Ausgehend von dem Geschlecht der Teilnehmer liessen sich nur in einem Fall signifikante Unterschiede hinsichtlich der Nutzungsintention finden (s. Bild 10). Ausschliesslich für den Fall des vierten Dienstes, der Video-Überwachung, wurde eine leicht niedrigere Nutzungsintention bei den weiblichen Befragten festgestellt ( $F(1,771) = 21,19$  mit  $p < 0,000$ ). Für die Gesamtheit der bewerteten Dienste wurde ein signifikanter Einfluss auf die Nut-

zungsabsicht gefunden ( $F(1,3830) = 8,45$  mit  $p < 0,005$ ). Auch hier liess sich eine leicht niedrigere Nutzungsabsicht bei den weiblichen Befragten finden.

Bezüglich des Bildungsstands der Befragten liess sich kein signifikanter Einfluss auf die Nutzungsabsicht nachweisen (s. Bild 11). Weder für die Bewertung der einzelnen Dienste, noch für die Bewertungen über alle Dienste hinweg wurde ein Einfluss ausgehend von dem Bildungsstand sichtbar.

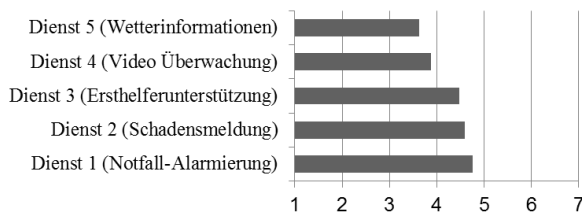
Ein signifikanter Einfluss abhängig vom Einkommen der Befragten konnte bei dem zweiten Dienst, der mobilen Schadenmeldung, festgestellt ( $F(1,773) = 5,34$  mit  $p < 0,000$ ) werden (s. Bild 12). Für die anderen Dienste wurde kein signifikanter Einfluss sichtbar. Für die gesammelten Bewertungen aller mobilen Dienste konnte ein signifikanter Einfluss ausgehend vom Einkommen identifiziert werden ( $F(1,3825) = 7,41$  mit  $p < 0,000$ ). Hierbei wurde mit steigendem Einkommen auch eine leicht steigende Nutzungsabsicht beobachtet.

#### 3.2 Nutzungsabsicht

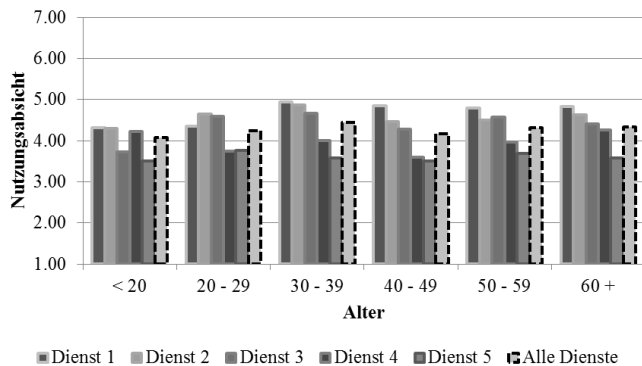
Im Rahmen der Hauptstudie wurden die fünf mobilen Dienste erneut bewertet. Hierbei zeigten sich leichte Abweichungen gegenüber den Priorisierungen aus der Vorstudie (s. Bild 7). Die Notfall-Alarmierung (Dienst 1) wurde am besten bewertet, gefolgt von der Schadenmeldung via Mobiltelefon (Dienst 2). Es folgten die Ersthelferunterstützung (Dienst 3), die Video-Überwachung (Dienst 4) und schliesslich die Wetterinformationen via SMS (Dienst 5).

#### 3.3 Technologieaffinität

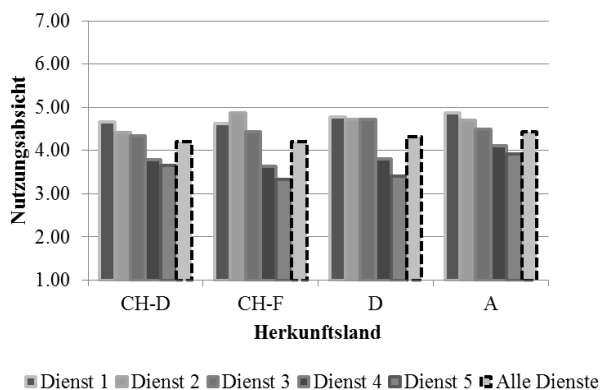
Um der Tatsache gerecht zu werden, dass es sich bei mobilen Diensten um eine Technologie handelt, die gerade erst Verbreitung findet, wurde die technologische Affinität als Einflussfaktor auf die Nutzung untersucht. Die Nutzungsabsichten für die mobilen Dienste wurden deshalb abhängig von der Technologieaffinität der Teilnehmer betrachtet. Dafür wurden die einzelnen Skalenwerte für den Technology-Readiness-Index [16] pro Befragtem aufsummiert und in fünf Kategorien gleicher Grösse geteilt. Zuvor wurde sichergestellt, dass die verwendeten Fragen dasselbe Konstrukt erfassen. Der Test der Reliabilität lieferte für das Konzept mit Cronbachschem  $\alpha = 0,854$  ein zufriedenstellendes Ergebnis [20]. Die niedrigste Kategorie beschreibt dabei Nutzer mit einer sehr geringen Technologieaffinität, die höchste Kategorie die Nutzer mit einer sehr hohen Technologieaffinität. Ein signifikanter Einfluss ausgehend von der Technologieaffinität auf die Nutzungsabsicht konnte für alle fünf Dienste nachgewiesen werden (s. Bild 13). Für den ersten ( $F(1,763) = 2,39$  mit  $p < 0,05$ ), zweiten ( $F(1,775) = 18,31$  mit  $p < 0,000$ ), dritten ( $F(1,844) = 8,30$  mit  $p < 0,000$ ), vierten ( $F(1,768) = 21,91$  mit  $p < 0,000$ ) und fünften ( $F(1,657) = 12,01$  mit  $p < 0,000$ ) Dienst stieg die Nutzungsabsicht mit steigender Technologieaffinität der Befragten signifikant an. Auch für die gesammelte Betrachtung der fünf Dienste konnte dieser Trend beobachtet werden ( $F(1,3827) = 52,95$  mit  $p < 0,000$ ).



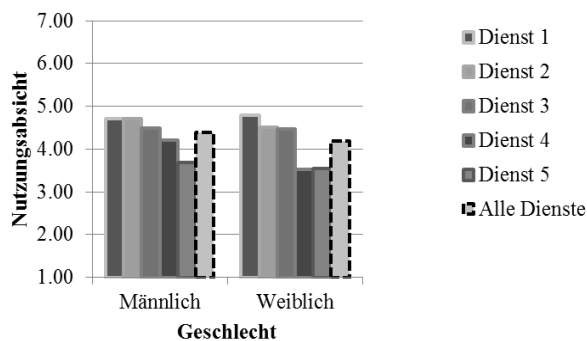
**Bild 7: Nutzungsabsicht pro Anwendung (1 = niedrig, 7 = hoch)**



**Bild 8: Nutzungsabsicht abhängig vom Alter**



**Bild 9: Nutzungsabsicht abhängig vom Herkunftsland**



**Bild 10: Nutzungsabsicht abhängig vom Geschlecht**

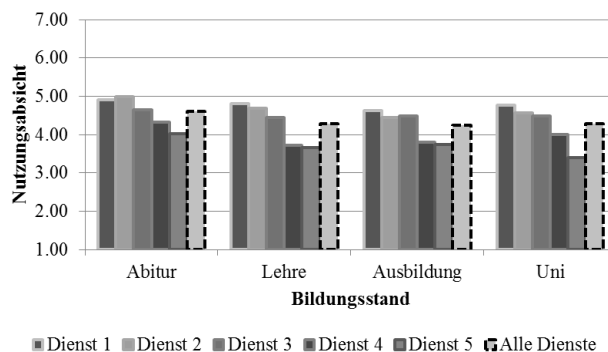
das

### 3.4 Versicherungsrelevante Faktoren

Für den Bereich der versicherungsrelevanten Faktoren wurden das Vertrauen in den Anbieter und die Risikoeinstellung untersucht. Ausgehend von vier Fragen, die zu einem Faktor zusammengefasst wurden [18], liessen sich analog zur Technologieaffinität fünf Kategorien bilden. Die niedrigste Kategorie beschrieb hierbei die Kunden, die ein sehr geringes Vertrauen in Versicherungsanbieter haben, die höchste Kategorie diejenigen, die ein sehr hohes Vertrauen in Versicherungsanbieter haben. Auch hier wurde die Reliabilität der verwendeten Fragen zum Erfassen des Konzepts sichergestellt (Cronbachsches  $\alpha = 0,910$ ). Einen signifikanten Einfluss ausgehend von dem unterschiedlichen Vertrauen auf die Nutzungsabsicht konnte für den ersten, zweiten und dritten Dienst nachgewiesen werden (s. Bild 14). Für den ersten ( $F(4,763) = 3,62$  mit  $p < 0,005$ ), zweiten ( $F(4,775) = 4,11$  mit  $p < 0,005$ ) und dritten ( $F(4,844) = 2,93$  mit  $p < 0,05$ ) Dienst konnte mit steigendem Vertrauen auch eine gesteigerte Nutzungsabsicht beobachtet werden. Ein signifikanter Einfluss konnte für die Dienste vier und fünf nicht nachgewiesen werden. Für die gesammelte Betrachtung aller Bewertungen konnte ebenfalls ein signifikanter Anstieg der Nutzungsabsicht mit steigendem Vertrauen in den Versicherungsanbieter beobachtet werden ( $F(4,3827) = 4,30$  mit  $p < 0,005$ ).

Zum Erfassen der Risikoeinstellung wurde auf Fragen zurückgegriffen [18][13], die zu einem Index zusammengefasst und wie zuvor in fünf Kategorien eingeteilt wurden. Die niedrigste Kategorie enthielt dabei sehr risikoaffine Nutzer, die oberste Kategorie sehr risikoaverse Nutzer.

Für vier der fünf Dienste liess sich dabei ein signifikanter Unterschied bei der Nutzungsintention abhängig von der Risikoeinstellung finden (s. Bild 15). Für den ersten ( $F(4,763) = 5,92$  mit  $p < 0,000$ ), zweiten ( $F(4,775) = 4,35$  mit  $p < 0,005$ ), vierten ( $F(4,768) = 4,17$  mit  $p < 0,005$ ) und fünften ( $F(4,657) = 4,49$  mit  $p < 0,005$ ) Dienst konnte mit steigender Risikoaversion eine steigende Nutzungsintention beobachtet werden. Ein signifikan-

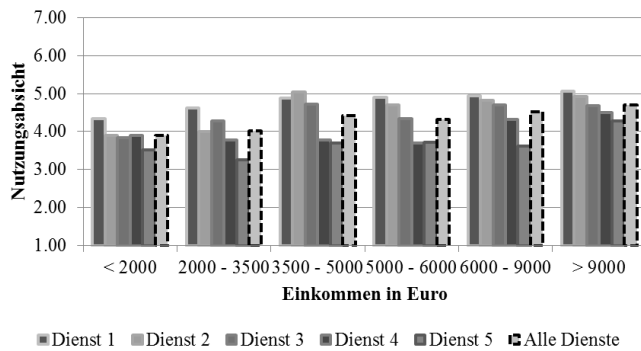


**Bild 11: Nutzungsabsicht abhängig vom Bildungsstand**

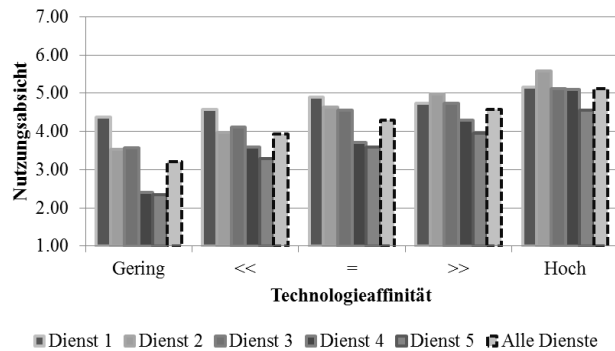
ter Anstieg bei der Nutzungsabsicht auf Grund eines zunehmend risikoaversen Verhaltens liess sich auch für die Gesamtbetrachtung aller Bewertungen finden ( $F(4,3827) = 16,74$  mit  $p < 0,000$ ).



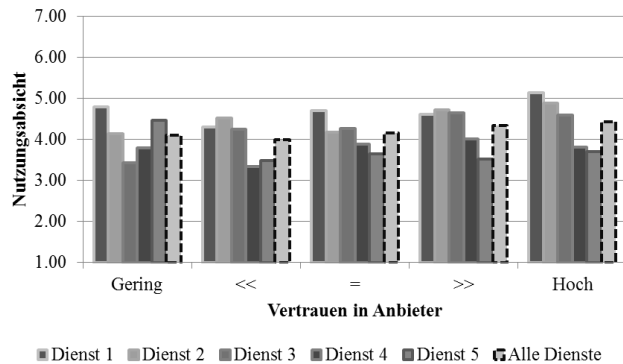




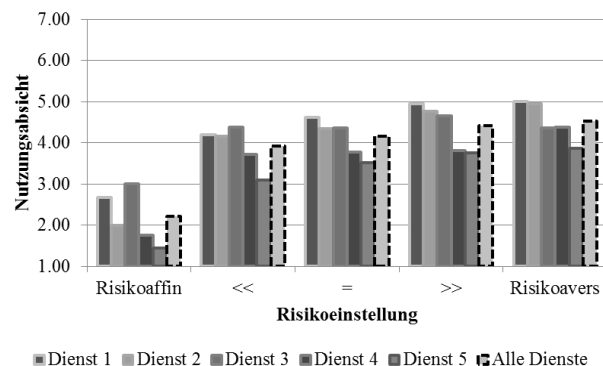
**Bild 12: Nutzungsabsicht abhängig vom Einkommen**



**Bild 13: Nutzungsabsicht abhängig von der Technologieaffinität**



**Bild 14: Nutzungsabsicht abhängig vom Vertrauen in Anbieter**



**Bild 15: Nutzungsabsicht abhängig von der Risikoeinstellung**

## 4. DISKUSSION

### 4.1 Reflektion der Ergebnisse

Basierend auf dem Forschungsmodell aus Abschnitt 2 wurden in diesem Beitrag empirische Ergebnisse zu der Frage präsentiert, welche mobilen Dienste von einem Versicherer angeboten werden sollten und wie interessierte Kunden angesprochen werden können. Die Ergebnisse werden im Folgenden diskutiert.

In erster Instanz wurde geklärt, welche mobilen Dienste von einem Versicherer mit hoher Markterfolgswahrscheinlichkeit angeboten werden sollten. Basierend auf den Ergebnissen aus Kapitel 3, in dem 21 mobile Dienste identifiziert und bewertet wurden, zeigt sich ein eindeutiges Bild. Bei den fünf am besten bewerteten Diensten handelt es sich ausschliesslich um Anwendungen, die einen gewissen Schutz- und Hilfecharakter enthalten und dem Kunden einen Mehrwert bieten. Im Gegensatz dazu wurden Dienste zum Verwalten oder für den Vertrieb zusätzlicher Versicherungsleistungen von den befragten Personen weniger gut bewertet. Daraus lässt sich folgern, dass Versicherungsanbieter mobile Dienste anbieten sollten, die dem Kunden einen zusätzlichen Service oder Nutzen bieten. Das nachvollziehbare Interesse der Anbieter, weitere Leistungen dem Kunden zu verkaufen oder Prozesse an ihn auszulagern, wurde von den Kunden als weniger positiv bewertet.

In zweiter Instanz wurde eine detaillierte Untersuchung der fünf am besten bewerteten mobilen Dienste durchgeführt. Dies geschah mit dem Ziel, Nutzergruppen zu identifizieren, bei denen sich abhängig von personenbezogenen Merkmalen ein signifikanter Unterschied in der Nutzungsintention abzeichnet. Merkmale, die in diesem Rahmen untersucht wurden, bezogen sich auf Demographie, Technologieaffinität sowie Vertrauen in den Versicherungsanbieter und persönliche Risikoeinstellung.

Auf Basis der demographischen Faktoren Alter und Bildungsstand konnte kein signifikanter Einfluss auf die Nutzungsabsicht gefunden werden. Basierend auf dem Herkunftsland, Geschlecht und Einkommen liess sich ein schwach signifikanter Einfluss für alle Bewertungen finden sowie ebenfalls für einzelne Anwendungen. Auffällig war hier eine deutlich höhere Nutzungsabsicht bei den Männern für den vierten Dienst. Hierbei handelte es sich um die videogestützte Überwachung des eigenen Hauses oder der Wohnung. Bemerkenswert war ebenfalls die gesteigerte Absicht ausgehend vom Einkommen der Befragten. Hier wurden nur für den zweiten Dienst (mobile Schadenmeldung) und die Gesamtbetrachtung ein signifikanter Unterschied festgestellt. Während die Nutzungsabsicht für die unteren Einkommensklassen auf der Skala eine negative Intention zur Nutzung bezeichnet, lag der Wert für die oberen Einkommensklassen nahe bei dem Wert, der bei der Befragung für eine positive Nutzungsintention stand.

Auf Basis der Technologieaffinität liess sich ein signifikanter Einfluss auf die Nutzungsabsicht sowohl für die einzelnen Anwendungen als auch für die gemeinsame Bewertung aller mobilen Dienste finden. Nutzer mit einer höheren Technologieaffinität zeigten dabei eine positive Nutzungsabsicht, wohingegen Nutzer mit einer niedrigeren Technologieaffinität eher eine ablehnende Haltung einnahmen.

Für die versicherungsrelevanten Faktoren des Vertrauens in den Anbieter und die Risikoeinstellung zeigten sich signifikante Un-

terschiede für die Nutzungsabsicht. Dieser Trend konnte für den ersten, zweiten und dritten Dienst im Fall des Vertrauens in den Anbieter und für den ersten, zweiten, vierten und fünften Dienst im Fall der Risikoeinstellung belegt werden. Nutzer mit einem hohen Vertrauen in den Anbieter sowie Nutzer mit einem risikoaversen Verhalten zeigten ebenfalls eine gesteigerte Nutzungsabsicht.

Für die Frage nach der gezielten Ansprache von Nutzern als Kunden von Versicherungsanbietern lassen sich verschiedene Schlüsse ziehen. Ähnlich zu anderen Studien (z.B. [15]), liessen sich kaum relevante Unterschiede auf Basis von demographischen Faktoren finden. Im Gegensatz dazu zeigten sich wichtige Unterschiede auf Basis der Technologieaffinität, dem Vertrauen in den Anbieter und der Risikoeinstellung. Für einen Versicherer, als Anbieter einer solchen Lösung, bedeutet dies, dass er mobile Dienste in erster Linie Nutzern mit stärkerem Interesse an neuen Technologien, einem höheren Vertrauen in ihn als Anbieter sowie einem allgemein risikoaversen Verhalten anbieten sollte. Bei diesen Kunden zeigte sich eine signifikant gesteigerte Nutzungsabsicht.

Für Versicherungsunternehmen als Anbieter von mobilen Diensten hat dies verschiedene Konsequenzen. Erstens lässt sich schlussfolgern, dass eine Ansprache von Kunden auf Basis der demographischen Merkmale allein nicht geeignet ist, um interessierte Nutzer für mobile Dienste zu identifizieren. Auch wenn eine Ansprache auf Basis dieser Merkmale aufgrund von bestehenden Informationen über Kunden am praktikabelsten erscheint, so zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Nutzungsintention. Zweitens belegen die Ergebnisse, dass vor allem risikoaverse Kunden und Kunden mit einem hohen Vertrauen in den Anbieter potentielle Nutzer von den betrachteten mobilen Diensten sind. Für Versicherer sind diese Kundengruppen von besonderem Interesse, da sie wegen Ihrer Zufriedenheit mit der bestehenden Versicherung weniger häufig den Anbieter wechseln und durch ihre niedrige Risikoaffinität das Risiko im Gesamtportfolio des Versicherers positiv beeinflussen. Somit deckt sich die Gruppe von Kunden, die Versicherer versuchen sollten zu halten, mit der Gruppe von Nutzern, die eine hohe Nutzungsabsicht für die untersuchten mobilen Dienste aufweist.

## 4.2 Kritische Würdigung & Anschlussfragen

Die vorliegenden Ergebnisse und daraus gezogenen Schlüsse sind in verschiedener Hinsicht als eingeschränkt zu betrachten:

Die Studie wurde mit dem regionalen Fokus auf Deutschland, der Schweiz und Österreich durchgeführt. Die Ergebnisse sind somit nur für diese Länder relevant. Präferenzen und Kundengruppen können in anderen Ländern unterschiedlich ausfallen. Dies gilt vor allem für Länder, in denen Smartphones stärker oder weniger stark verbreitet sind.

Die fünf mobilen Anwendungen die für die empirische Untersuchung verwendet wurden, basieren auf Vorschlägen von Versicherern. Auch wenn versucht wurde, durch die Betrachtung der Mittelwerte über fünf Dienste Trends abzuleiten, so sind die Ergebnisse doch abhängig von der Wahl dieser fünf Dienste. Es ist davon auszugehen, dass bei der Wahl anderer Dienste die Ergebnisse variieren.

Die Prädiktionskraft der Ergebnisse bezüglich des realen Nutzungsverhaltens muss des Weiteren kritisch betrachtet werden, da die Teilnehmer der Studie zu Diensten befragt wurden, die in Form von grafischen Darstellungen und Texten erklärt wurden. Die Teilnehmer bewerteten die Dienste somit nicht auf Grund ihrer Erfahrung mit den Diensten, wodurch die Präferenzen anders hätten ausfallen können.

Basierend auf diesen Ergebnissen lassen sich anschliessende Forschungsfragen formulieren:

Im Beitrag wurde dargelegt, dass vor allem technologieaffine und risikoaverse Kunden sowie Kunden mit einem hohen Grad an Vertrauen in den Anbieter die vorgestellten Anwendungen am stärksten präferieren. Offen bleibt, wie solche Kunden von einem Versicherer identifiziert und schlussendlich angesprochen werden können. Während sich die Risikoeinstellung sowie das Vertrauen auf Basis von Kundendaten ableiten lassen, bleibt die Ansprache der technologieaffinen Kunden eine Herausforderung.

Die Klärung der Frage, welche mobilen Dienste von Versicherungskunden präferiert werden ist ein erster Schritt zur Beantwortung der Frage, welche Dienste von Versicherern angeboten werden sollten. Die Akzeptanz der Kunden ist eine Voraussetzung dafür, dass angebotene Dienste von den Kunden letztendlich verwendet werden. Untersucht werden muss nun, inwieweit die Dienste von einem Versicherer angeboten werden sollten. Für Versicherer ist das Angebot solcher Dienste unter ökonomischen Gesichtspunkten zu klären. Die Möglichkeit, Kosteneinsparungen durch solche Dienste zu realisieren oder die Kontaktfrequenz mit dem Kunden zu erhöhen, können hierbei mögliche Ziele sein.

## 5. LITERATUR

- [1] Teixeira, D. and Ziskin, J. 1993. Achieving quality with the customer in mind, January 1993, Bankers Magazine.
- [2] Haller, M. 2000-. Dienstleistung im Produktkonzept für Financial Services – Konsequenzen für die Versicherung. In Belz, C. and Bieger, Dienstleistungskompetenz und innovative Geschäftsmodelle, Institut für Versicherungswirtschaft, St. Gallen, 268-295.
- [3] Maas, P. and Graf, A. 2008. Customer Value from Customer Perspective: A Comprehensive Review, Journal für Betriebswirtschaft, 58 (1), 1-20.
- [4] Lovelock, C. 1994. Product Plus: How Product + Service = Competitive Advantage. McGraw-Hill, New York.
- [5] Devil, J.F. 1997. Adding value to service offerings: the case of UK retail financial services. In European Journal of Marketing, 32 (11).
- [6] Davis, F.D. 1989. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technologies. MIS Quarterly 13 (3), 319-340.
- [7] Venkatesh, V. 2003. User acceptance of information technology: Toward a unified view. Information & Management, 27(3), 425-478.

- [8] Ngai, E.W.T. Gunasekaran, A. 2007. A review for mobile commerce research and applications. *Decision Support Systems* 43, 3-15.
- [9] Nysveen, H., Pedersen, P.E., Thorbjørnsen, H. 2005. Intentions to Use Mobile Services: Antecedents and Cross-Service Comparison, *Journal of the Academy of Marketing Science* 33(3), 330 – 346.
- [10] Kim, G., Shin, B.S., Lee, H.G. 2009. Understanding dynamics between initial trust and usage intentions of mobile banking”, *Information Systems Journal* 19, 283 – 311.
- [11] Lee, C.-C. Chenc, H.K., Cheng, H.-H. 2007. An empirical study of mobile commerce in insurance industry: Task-technology fit and individual differences. *Decision Support Systems* 43, 95 – 110.
- [12] Solberer, G., Wohlfahrt, J. And Wilhelm, T. 2002. *Das mobile Unternehmen. Mobile commerce: Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren.* Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [13] Bauer, H., Bryant, M. and Dirks, T. 2009. *Erfolgsfaktoren des Mobile Marketing.* Springer Berlin Heidelberg.
- [14] Reichwald, R. 2002. *Mobile Kommunikation - Wertschöpfung, Technologie, neue Dienste. Mobile Finanzdienstleistungen.* Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [15] Morgan, D.L. 1988. *Focus Groups as Qualitative Research.* Sage Publications, Newbury Park, USA. 1988.
- [16] Parasuraman, A. 2000. Technology readiness index (TRI): A multiple-item scale to measure readiness to embrace new technologies. *Journal of Service Research* 2, 307-320.
- [17] Gefen, D. 2003. Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model. In: *MIS Quarterly*, 27(1), 51-90.
- [18] Weber, E.U. 2002. A Domain-specific Risk-attitude Scale: Measuring Risk Perceptions and Risk Behaviors. *Journal of Behavioral Decision Making* 15(4), 263-290.
- [19] Nicholson, N. 2005. Personality and domain-specific risk taking. *Journal of Risk Research* 8(2), 157-176.
- [20] Fornell, C. and Larcker, D. 1981. Evaluating structural equation models with unobserved variables and measurement error, *Journal of Marketing Research* 18, 39-50.
- [21] Venkatesh, V. and Davis, F.D. 2000. A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science* 46 (2), 186-20.



# Track 2: Informationssysteme in Industrie und Unternehmensanwendungen

## Editorial

Traditionelle Produktionsstandorte und –branchen sind weiterhin einem hohen Kosten- und Wettbewerbsdruck ausgesetzt. Industrieunternehmen reagieren mit Produktinnovationen und Produktivitätssteigerung. Für deren Realisierung leistet die Informationstechnologie einen entscheidenden Beitrag.

Innovative Informationstechnologie wie RFID, Web2.0 oder SOA bieten die Möglichkeit, neue betriebliche Anwendungskonzepte zu entwickeln. Überbetriebliche Kooperationsmodelle mit Lieferanten und Kunden und innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken fordern den Einsatz von Interorganisationssystemen. Auch regulatorische Rahmenbedingungen wie beispielsweise Compliance-Anforderungen, Recycling und Umweltauflagen erfordern eine informatorische Antwort.

Der Track „Informationssysteme in Industrie und Unternehmensanwendungen“ soll ein Forum für alle Themen bieten, die sich mit dem IT-Einsatz innerhalb von Industrieunternehmen in unterschiedlichen Unternehmensanwendungen sowie in Kooperationen zwischen Industrieunternehmen und Geschäftspartnern beschäftigen. Beiträge konnten beispielsweise neue Anwendungskonzepte, den Einsatz und die Diffusion innovativer Informationstechnologien, qualitative und quantitative Analysen oder Einsatz- und Praxisbeispiele in den folgenden Themenbereichen behandeln.

- ERP-Systeme sowie Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung (PPS)
- Zwischenbetriebliche Informationssysteme
- Unternehmenskommunikation, EDI und Interoperabilität
- Lieferkettenmanagement (SCM) und Prozessoptimierung
- E-Procurement, Supplier-Relationship-Management, Outsourcing und B2B-Marktplätze
- Informationssysteme in Produkt-, Konfigurations-, Lifecycle- und Recycling-Management
- Anwendungssysteme in Produktentwicklung und Innovationsmanagement
- Smarte Produkte – Integration von Produkten und IT
- Hybride Wertschöpfung – Integration von Produkten und Dienstleistung
- Anwendungen im Pre-Sales- und After-Sales-Service
- Anwendungen im Personalwesen und E-HRM
- Anwendungen in Automotive und Aviation
- Anwendungen in Logistik und Transport
- Anwendungen im Accounting und Controlling
- Vorgehensmodelle für Einführung, Implementierung und Migration von Anwendungssystemen

- ERP-Auswahl, Ergonomie und Usability von ERP-Systemen
- Innovationsmanagement und Open Innovation
- Referenzanwendungen

Im Track 2 „Informationssysteme in Industrie und Unternehmensanwendungen“ der 10. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik vom 16.-18. Februar 2011 in Zürich wurden insgesamt 48 Beiträge eingereicht. Insgesamt wurden für die Konferenz in diesem Track zwölf Beiträge angenommen, was zu einer Annahmequote von 25% führte.

Die Track Chairs danken an dieser Stelle allen Reviewern und Mitgliedern des Programmkomitees, die alle eingegangenen Beiträge in kürzester Zeit begutachteten.

Peter Loos & Markus Nüttgens



# Knowing is Silver, Listening is Gold: On the importance and impact of feedback in IT-based innovation contests

Sabrina Adamczyk  
Information Systems I -Innovation &  
Value Creation  
Lange Gasse 20  
90403 Nürnberg, Germany  
(0049) 0911 5302 370  
sabrina.adamczyk@wiso.uni-  
erlangen.de

Jörg B. A. Haller  
Information Systems I -Innovation &  
Value Creation  
Lange Gasse 20  
90403 Nürnberg, Germany  
(0049) 0911 5302 156  
joerg.haller@wiso.uni-  
erlangen.de

Angelika C. Bullinger  
Information Systems I -Innovation &  
Value Creation  
Lange Gasse 20  
90403 Nürnberg, Germany  
(0049) 0911 5302 264  
angelika.bullinger@wiso.uni-  
erlangen.de

Kathrin M. Möslein  
Information Systems I -Innovation &  
Value Creation  
Lange Gasse 20  
90403 Nürnberg, Germany  
(0049) 0911 5302 284  
kathrin.moeslein@wiso.uni-  
erlangen.de

## ABSTRACT

IT-based innovation contests are making use of distributed knowledge of users and other external stakeholders to collect ideas or to let them develop innovations for new products and services. In addition, IT-based innovation contests increasingly offer functionalities to evaluate and comment the submissions of other participants. Whether this feedback proves to be useful to enhance the quality of submissions is examined in a field experiment. We use the theoretical perspective of absorptive capacity for a cluster analysis to identify relevance of feedback in form of comments, in comparison to relevance of participants' individual knowledge. The most important result indicates that listening to comments by other users can even overcome a lack of individual knowledge. The study strengthens first assumptions that the design element 'community functionality' needs to be carefully designed and implemented when setting up an IT-based innovation contest.

## Keywords

Open innovation, innovation contest, community functionality, absorptive capacity, feedback

## 1. INTRODUCTION

In innovation and R&D management, external sources of knowledge and innovation have become increasingly relevant [57]. Opening the firm's boundaries to external inputs enables companies to realize new product and service innovations. Therefore, customers and external partners represent an important source of information for new product and service concepts. Their active integration in the innovation process is subsumed under the term 'open innovation'. By integrating external knowledge into a company's R&D, open innovation has become a widespread concept to improve a company's ability to innovate [17]. In addition to firms, now also individuals play an important role as a source of invention and innovation (for an overview, cf. [10]). Research contributing to this stream focuses on *user innovation*, comprising lead users [66], and ordinary users [32; 39] as well as their virtual integration for co-creation or co-design [46; 47]. Other contributions focus on the design of IT-based innovation contests [14; 22; 35]. Today's open innovation approaches profit especially from new information and communication technologies (ICT) and recent developments in the field of Web 2.0 applications – leading to a magnitude of tools for incorporating external partners in the innovation process. Moreover, ICT has



reduced the perceived distances between the actors of the innovation process while easing the integration. It is a suitable technology for aggregating millions of disparate, independent ideas and their innovators [60]. Thus, recent Web 2.0 developments open up opportunities of active integration for many partners in all phases of the innovation and value creation process. Among those Web 2.0 applications, innovation contests play a crucial role [1; 15; 16; 34].

Participants in innovation contests represent a variety of different backgrounds and form an undefined crowd of users and customers or even professional engineers and designers. Since participants can increasingly interact with each other, the question arises which of those groups profits most from external feedback provided by other participants (e.g. via functionalities for commenting). Taking an absorptive capacity perspective [18], it can be expected that a reasonable level of prior knowledge is needed. Relevant knowledge for the generation and development of innovative concepts can be divided into knowledge concerning the needs of (potential) users as well as knowledge concerning solutions to satisfy these needs [36]. Findings of a number of empirical studies on the sources of innovation in the fields of industrial as well as consumer goods [e.g. 67; 23; 24] show that users might contribute to the design of new products by using need-based as well as solution-based information [65].

As shown by several empirical studies, a person's *lead user*ness is significantly related to the likelihood of generating commercially attractive innovations [e.g. 23; 24]. Lead users are characterized by their progressive needs, which are thought to be *ahead of trends* and mass market, and the strong desire to have these needs satisfied, thus expected to *highly benefit* by the realization of solutions to their needs [67].

Next to lead userness, *expertise* in terms of technical and developmental knowledge is a central driver for generating novel and useful innovation concepts [3]. By increasing their level of expertise, engineers develop a better understanding of the product components and, thus, their innovations have a higher probability of success because they can avoid elements that failed in the past [64]. More generally, the more competence and experience innovators possess, the higher the expected quality of their solutions [e.g., 33; 69; 38]. Generally, individuals and groups who have to complete creative cognitive tasks tend to apply knowledge that is already in their possession [53; 41]. Various empirical studies indicate that individuals will inadvertently use prior knowledge in creative problem solving even if told not to do so [41]. Still it is unclear which type of knowledge is needed. Thus, we ask the following research question:

*Do participants of innovation contests need prior knowledge to adapt external feedback and if so, how do resulting knowledge configurations impact the creativity of submissions?*

Focusing on the design elements of innovation contests as identified by Bullinger et al. [15] in the context of a systematic literature review, the paper proceeds as follows: In section 2, the current understanding of online innovation contests is presented; with a special focus on the design element "community functionalities". In section 3, we apply absorptive capacity as theoretical lens to investigate the use of external information sources in dependence of own knowledge. Further, in section 4 the method is introduced by presenting the empirical field, an innovation contest run as large scale field experiment, and

analysis of its data. Subsequently, in section 5 results are shown with regards to the configuration of own knowledge stock and feedback use, and its impact on the creativity of submissions. We close our paper with the discussion of our findings and an outlook (section 6).

## 2. DESIGN ELEMENTS OF INNOVATION CONTESTS

An innovation contest<sup>1</sup> is an IT-based and time-limited competition with global reach that challenges innovators to use their skills, experience and creativity in order to come up with a solution for a particular task, i.e. the contest challenge, defined by an organizer [15]. Innovation contests are not new, but manifested since a surprisingly long time. Early examples date back more than 450 years, when the king of Spain initiated the Spanish Longitude Prize in order to discover a method to find longitude at sea [42]. What makes a major difference between the early Spanish variant and today's innovation contests is the use of online platforms to involve potential innovators from inside and outside the organization, i.e. employees, users, experts and partners, in the innovation process. Since the emergence of the Web and the existence of novel ICT, contests run through the use of online platforms. The corresponding online platform's design is central to the activities within the scope of the innovation contest. On the basis of a set of various design elements, innovation contests can be designed according to their underlying purpose. Taking into consideration literature and practice, ten design elements of innovation contests have been delimited. These are: (1) media used, (2) the organizer of an innovation contest, (3) the task specificity, (4) the required degree of elaboration of the submission, (5) the target group addressed, (6) participation form, (7) its run time, (8) the rewards granted, (9) the evaluation and, (10) community functionalities. Innovation contests can be designed in different ways by using this variety of design elements, always according to the objectives of the organizer. The importance of design is well recognized in information systems literature [28; 70; 71]. Much of the work performed by information systems practitioners and managers in general [11] deals with design – the purposeful organization of resources to accomplish a goal. For innovation contests, the combination of design elements is crucial as it influences activities of participants on the platform.

This is especially true for functionalities which allow commenting and evaluating submissions of an innovation contest. These functionalities are currently becoming more and more popular [40]. They are known to internet users from various Web 2.0 applications and are, for instance, important elements of recommendation systems. From Amazon to YouTube, customers, users and other interested individuals use their knowledge and experiences to decide for or against a product, service or user generated content. Among other things, these community functionalities could be used to increase the quality of submissions, e.g. in terms of creativity, and are of particular interest in this paper. Community functionalities facilitate intrinsic

<sup>1</sup> We follow Bullinger et al. [15], who suggest the term "innovation contest" instead of "idea contest" whenever the focus reaches beyond pure idea creation and potentially covers the entire innovation process from idea creation and concept generation to evaluation, selection and implementation (see also [64]).

and social motivation, support the contest and encourage its participants [14; 54]. Further, online platforms with community functionalities, including user profiles, discussion boards, chat, commenting or evaluating functionalities, allow further discussing and sharing insights with like-minded people. Users can evaluate which idea or design they like best or discuss various topics by leaving comments at other users' pin board. Thereby, comments often contain considerable suggestions for improvements of ideas or concepts. Thus, employees, users or customers provide other participants, in fact their competitors, with valuable feedback. Herewith, collaborative refinement and development of initial ideas can be supported. This potential enhancement of submissions quality in an innovation contest is according to a study of Moeslein et al. [44] also among the main drivers to integrate these functionalities of commenting and evaluating into the design of the underlying platforms. Quality of submissions is in IT-based innovation contests often measured in terms of creativity [e.g. 56]. For a valid measurement of creativity, researchers often suggest the two dimensions *novelty* and *usefulness* [2; 43; 49; 55]. *Novelty* is mostly defined as being unique or rare, meaning that new ideas have never been expressed before [36]. Other attributes belonging to novelty are originality [7; 58] and paradigm relatedness [7; 45; 22]. *Usefulness* is the extent to which the innovation responds to or solves a problem [2; 19] and is also denoted as an innovation's value or relevance [37; 32; 19]. Next to novelty and usefulness, the elaboration of an innovative concept is often used [2; 54]. Elaboration can be seen as the extent of being complete, detailed and well understandable [19]. Besides creativity related measures, other criteria like *feasibility* [32; 39; 56] or *market potential* [39; 29; 26], are of major relevance.

As a result of its potential to support and encourage participants, community functionalities are of increasing interest to scholars in the area of open innovation and especially in the context of IT-based innovation contests. In their study of the OSRAM contest 'LED – Emotionalize your light', Hutter et al. [31] analyzed submitted ideas as well as qualitative comments through which members explored and built relationships, supported each other, provided feedback but also challenged others. Next they analyzed whether these comments are collaborative or competitive in nature. Their findings show that the behavior of users was rather collaborative. In the context of the SAPIens innovation contest, Leimeister et al. [34] designed organizational as well as technical components to stimulate people to participate. Based on observations and archive analyses, they examined how activation-enabling functionalities can be systematically designed and implemented to foster active participation. They explored that especially via community functionalities (e.g. discussion board or Skype casts) members interact with one another. Thus, they reasoned that design measures had a positive impact on active participation. Blohm et al. [9] used the SAPIens innovation contest to explore the effect of user collaboration on idea quality. Their research showed that user collaboration in idea competitions is a viable design element for positively influencing idea quality. Their field test showed that implanting collaboration tools in idea competitions such as wiki technologies could be a viable measure for activating customers. They concluded that initiators of idea competitions should implement collaboration functionalities on the platform for making participants collaborate. Finally, Bullinger et al. [15] analyzed a data set of a community-based innovation contest run in 2009 at one of the leading universities in Germany and showed that participants with very high or very low

level of boundary spanning generate more creative submissions in innovation contests. It can be assumed that teams differ in the knowledge sources they possess and, therefore either solely rely on their competencies (if the knowledge stock is high) or on external knowledge, if their knowledge stock is low. Whether this is the case, and if so, which configurations of knowledge determine impact resulting creativity of submissions, requires examination.

### 3. ABSORPTIVE CAPACITY

Though, there are already studies which confirm the potential of community functionalities with regard to collaboration and integration of other participants' feedback, collaborating and absorbing others' feedback might be also challenging. When stepping back, Cohen's and Levinthal's [18] concept of absorptive capacity can help to understand the challenge of collaboration and integration of external feedback. They describe the absorptive capacity of firm's as the ability to access, value and utilize new external resources [18]. In their contribution Cohen and Levinthal [18] identified absorptive capacity as a determinant of innovation performance.

In the context of new product development, Piller and Walcher [54] use absorptive capacity to explain that *high information stickiness* can be due to the attributes of information seekers. They state that the lack of absorptive capacity might be the reason why an information seeker is restricted in the acquisition of information. With the purpose to find out whether and how users can contribute substantially to the early phases of radical innovation projects, Lettl et al. [35] studied cases in the field of medical equipment technology. In all cases, users were the originators and inventors of radical innovation. According to the concept of absorptive capacity, Lettl et al. [35] explained that access to interdisciplinary knowhow served to increase the creative capacity of these users.

Thus, in analogy to Piller and Walcher [54] and Lettl et al. [35], who assigned the concept of absorptive capacity to an individual level, we apply absorptive capacity to participants of innovation contests, arguing that individuals who have accumulated prior knowledge across diverse domains can be expected to have a higher ability to collaborate and to use feedback of others. This is due to the fact that prior information influences an individual's ability to retrieve and process new information suitable to solve the problem [18]. People lacking experience in a given knowledge field face more difficulties to acquire and assimilate information heavily embedded in that domain and, therefore, hardly succeed in transferring and exploiting this information. In other words, an individual needs absorptive capacity in a given field - which is a function of the individual's prior knowledge in that field [cf. 13]. Zahra and George [73] develop Cohen's and Levinthal's [18] concept further and define a firm's absorptive capacity as a set of organizational routines and processes by which firms acquire, assimilate, transform, and exploit knowledge to produce a dynamic capability. Thus, according to Piller and Walcher [54] and Lettl et al. [35] and deduced from Zahra's and George's [73] definition, an individual's absorptive capacity could be interpreted as a *set of routines and processes* by which an individual, in our study the participant, *acquires, transforms, and exploits knowledge*, e.g. from others in the form of feedback, to produce a dynamic capability. Analogue to Zahra' and George's [73] definition, *acquisition* could be defined as the individual's capability to identify and acquire external information and knowledge.

The concept of absorptive capacity provides a new lens to interpret challenges of collaboration and feedback use within innovation contests. Participants in innovation contests need to have a certain degree of absorptive capacity to acquire, assimilate, transform, and exploit feedback given by other users in terms of comments to improve their own submissions. Hence, prior knowledge seems compulsory to comprehensively profit from external knowledge. To better understand this relationship, a real-world innovation contest is used to identify different configurations of knowledge and their impact on the generation of successful innovations.

#### 4. METHOD

Based on the various design elements of innovation contests (cf. [15]), we systematically designed and implemented an innovation contest. The contest was run in the context of an undergraduate course at the School of Business and Economics at one of the largest universities in Germany. This course is compulsory for all students of the school. We were aware of the limitations of an innovation contest with students as target group, though we held that the sample was for two reasons particularly suited to investigate our research question. First, participants engaging in innovation contest or comparable crowdsourcing initiatives tend to be young and well educated [e.g. 23] and are furthermore the most active segment, concerning the usage of smartphones [e.g. 34]. Second, we are able to avoid self-selection biases and can control some potentially influencing factors like age.

We use the complete data set of this innovation contest which contains contributions in the form of 265 submitted concepts and the broad range of comments through which members supported each other, provided feedback but also challenged other participants. Overall, 1198 students participated in the contest. Students had to register on an online platform to participate and were randomly matched with four colleagues to form a group. All members of the winning team received a paid trip to the GeNeMe 2010 Workshop held at the technical university in Dresden. Relevant contact information of teammates was provided on the individual profile of each participant. Further, each group was assigned one of three fields: (1) leisure and entertainment, (2) fitness and healthcare or (3) education. The task of the innovation contest was very practical and could be asked by a company alike. Students were asked to develop a (business) concept for a service innovation based on Smartphone applications in the related field, which solves an everyday problem and might have market potential. The concept had to be verbally described concerning its underlying logic, its customer benefit and its technical implementation. Additionally, participants were encouraged to visualize their concepts in form of flow charts, mock ups, drawings, photo stories or movies. Submission of concepts was done on the before mentioned platform, using a predefined form for the textual description as well as for integration of further media. Teams also had the possibility to collaboratively edit the concept on the platform until the end of run-time. By using functionalities of commenting and evaluating, participants of the innovation contest had the possibility to give comments and votes via thumbs up/down and, thus, to provide feedback on others' work. They could not only interact with their own teammates but also with the rest of the community. The availability of user profiles containing of personal information and pictures added to community building. In total 265 concepts were developed during a run-time of six weeks (44 days). Further, 810 comments (with 177 words on average) and 9011 votes were given, yielding in an

average of 3.06 comments and 37.86 votes per concept. Subsequently, an evaluation of the concepts was conducted by experts in the field (for details see section 3.3).

In addition to the data set of the innovation contest, we use data from a voluntary online survey with individual participants ( $n=961$ ). The survey was provided to the students via email, directly after closing the innovation contest. It was promoted twice during lecture and a further reminder via email was sent out after two weeks. Overall, 961 questionnaires were returned. Elimination of incomplete questionnaires led to 827 remaining questionnaires. In cases of multiple participations (23 times) answers were compared and if answer behavior was nearly congruent, the more recent version was considered, if not, both datasets were excluded. This procedure resulted in a final set of 804 questionnaires included in the analysis. Participants were to 49.8% male and to 50.2% female, building a balanced foundation. Study backgrounds were management (62.1%), international business (6.9%), information systems (6.7%), industrial engineering (11.2%), social economics (10.6%) and business education (2.5%). Since this study examines knowledge configurations and related use of feedback on a team level, we only considered teams with at least three (out of a maximum of five) team members returning the questionnaire. This led to 198 teams taken into account for the analysis.

*Measurement of independent variables* was done on the basis of three relevant constructs including (1) expertise consisting of *development knowledge* (DK) and *technical knowledge* (TK) on applications for Smartphones. Measurement of development knowledge (DK) and technical knowledge (TK) are based on scales adapted from Poetz and Schreier [56]; Franke et al. [23; 24] and Ozer [52]. Both constructs consist of three items. Exemplary for the first construct is the item *"I already had experience with the development of ideas/concepts for applications in school, during study or apprenticeship."* Further items focus on this knowledge type from other backgrounds like professional experience or leisure time. Technical knowledge encompasses items like *"Regarding applications I consider myself as tinkerer"*. Further, constructs included (2) individual need-information on applications in terms of *lead useriness* (LU) consisting of the two dimensions *ahead of market* and *high expected benefit*. *Ahead of market* is measured with four items for the dimension *ahead of market* and three items focusing on the *high expected benefit*. *Ahead of market* encompasses items like *"In general, I discover new applications earlier than others"*, while one representing the latter is *"In my opinion there are many unsolved problems regarding applications"*. Scales are adopted from [56; 24; and 52]. Finally, the usage of third party knowledge in form of (3) *feedback* (FB) on the contributions was asked. Feedback use (FU) is based on the scale used by Franke et al. [26] in their experiment on the impact of feedback in mass customization initiatives. Five items like *"Other peoples' tips were very important for the further improvement of our concepts"* are used to assess the use and relevance of feedback. All items were measured on an anchored 5-point Likert scales, with 1 *"I totally disagree"* to 5 *"I totally agree"*. Appendix 2 provides an overview of the independent variables, corresponding items and their descriptions.

Assessment of the concept creativity (CR) as *dependent variable* is done on the basis of a 4-point scale with 10-items. Each scale point is labeled. Eight items are used to assess sub-dimensions of novelty and quality (workability, relevance and specificity) of

concepts and build on the research of Dean et al. [19]. Since market potential is part of the task, additional items were integrated into a separate variable, partly based on [54] (see Appendix 2 for details). Examples are items like “the degree to which the idea is not only rare but is also ingenious, imaginative, or surprising” (novelty) or “the degree to which the idea can be easily implemented” (workability). Since really good concepts should rate high in all dimensions, results were summed up to an aggregated score for each innovation concept. The evaluation was conducted by 12 experts in innovation management and in information systems, who independently rated the concepts on a dedicated online platform, where the concepts were presented in random order, following the guidelines of Amabile [3] and in analogy to similar studies [e.g. 7; 56]. Each concept was at least evaluated by two persons, whereas four raters were assigned to each of the three topics. Thus, six evaluator groups arise. *Intraclass correlation coefficient* (ICC) was calculated for each rater group to validate the reliability of the evaluation. Results are 0.62, 0.40, 0.36, 0.61, 0.42 and 0.48. Although values should exceed 0.7, an ICC below 0.7 can suffice in case of a homogenous sample concerning the unit of analysis [72: 160-161]. The more, “given the difficulty of the specific task [of] predicting the attractiveness of potential new products” [57: 14] Further, all of the six ICC’s are significant. Therefore, inter rater reliability can be judged satisfactory.

Considering the research question, which knowledge configurations “determine” the use of external feedback and how those impact the creativity of submissions, the following three steps were used for data analysis: (1) *factor analysis*, (2) *cluster analysis* and (3) *ANOVA*.

First, to extract underlying factors an explorative *factor analysis* was carried out with the supporting software SPSS 18.0, yielding satisfactory results.

Second, *cluster analysis* was used to identify different knowledge configurations. A two-step cluster analysis helps to define the optimal number of clusters to be extracted (hierarchical cluster analysis), while the final clusters are based on the k-means clustering algorithm.

Third, an *ANOVA* was used to examine the influence of those different knowledge configurations on the overall creativity of the submissions. Again all analysis was supported by the software SPSS 18.0.

## 5. RESULTS

### *Factor Analysis*

Results of the explorative factor analysis show that MSA for all items was above the suggested value of 0.6 [4]. Further, Cronbachs alpha for all factors exceeded the required minimum of 0.7 [51]. Details are shown in table 1.

**Table 1. Test of Latent Construct Measurement**

Construct	Items	FL	EW	$\alpha$	IR	CR	AVE
Development Knowledge (DK)	DK1	.830			.528		
	DK2	.783	2.028	.754	.390	.77	.54
	DK3	.853			.644		
Technical Knowledge (TK)	TK1	.787			.411		
	TK2	.831	1.897	.703	.597	.71	.45
	TK3	.766			.359		

Lead Userness (LU)	LU1	.879			.869		
	LU2	.876			.854		
	LU3	.842	3.406	.876	.804	.88	.60
	LU5	.787			.703		
	LU7	.734			.638		
Feedback Use (FU)	FU2	.814			.679		
	FU3	.685			.597		
	FU4	.852	2.882	.809	.891	.81	.52
	FU5	.760			.701		

The two dimensions of lead userness clearly load on one single factor, indicating the construct of lead userness as one-dimensional in our study, and are aggregated to one factor. Confirmative factor analysis (conducted with the software AMOS 5.0) supports the results but leads to the exclusion of two (out of seven) LU items and one FU item (FU1). Indicator reliability should exceed 0.4, which is met by almost all items or at least close enough (i.e. DK2 and TK3)<sup>2</sup>. Composite reliability (CR) as well as the average variance explained (AVE) yield satisfactory results (cf. table 1). Literature suggests thresholds of >0.6 for FR and >0.5 for average variance explained for convergence validity [e.g. 5]. Reliability is further supported by overall fit statistics<sup>3</sup> which exceed the required thresholds. The goodness-of-fit-index (GFI), the adjusted goodness-of-fit-index (AGFI) and the comparative-fit-index (CFI) surpass a minimum value of 0.9. LU: GFI=0.991, AGFI=0.974, CFI=0.994. FU: GFI=0.996, AGFI=0.987 CFI=1.0. RMSEA fulfills the rule of <0.08 for acceptable model fit (LU: RMSEA=0.055; FU: RMSEA=0.000).

### *Cluster Analysis*

New aggregated variables were calculated, representing the above identified factors. These were averaged by the amount of team members participating in the survey to represent the average level of each knowledge source as approximation for the overall group knowledge level and finally normalized. To prepare data for cluster analysis an exploratory analysis of data, focusing on the assumption of normal distribution and potential outliers was undertaken. Due to outlier analysis eleven teams were eliminated, since cluster analysis is very sensitive on those, leading to a final set of 187 teams. Although none of the variables has a perfect normal distribution, examination reveals an adequate level for cluster analysis. Further, the high number of cases makes cluster analysis more robust against violations of assumptions.

To identify the ideal number of clusters to be formed, a hierarchical cluster analysis based on the Ward-method was conducted. Hierarchical cluster analysis starts with every case being an own cluster and sequentially combines clusters with lowest distance until all cases are unified to one cluster [59]. In a second step, the user has to decide on the solution in terms of cluster number which seems to be the most appropriate. Heuristically, a criterion to support this decision is the squared error term, which can be depicted as graph consisting of these error terms versus the number of clusters. This visualization is also named the elbow criteria due to its characteristic shape. The

<sup>2</sup> However, if sample size is above 400, also values between 0.2 and 0.4 are acceptable [6: 117].

<sup>3</sup> Applies only to constructs measured with more than three items.

optimal number of clusters is the iteration step at which the highest difference occurs, thus, where the graph bends. In our case the analysis resulted in a four cluster solution.

A second cluster analysis served to determine the clusters. In analogy to the approach of Franke and Doemoetoer [25] who apply cluster analysis to identify success strategies of innovative SMEs, we use k-means clustering to examine different configurations of knowledge sourcing. The k-means cluster algorithm groups objects in a way that the variance within clusters is minimized while it is maximized between the clusters [59]. Input variables were the above defined sources of knowledge concerning own need- and solution-information as well as the use of external knowledge. An overview of the results is provided in table 2.

**Table 2. Results of Cluster Analysis**

Variable	Cluster 1 <sup>a</sup>	Cluster 2 <sup>b</sup>	Cluster 3 <sup>c</sup>	Cluster 4 <sup>d</sup>	Sig <sup>e</sup>
DK	1.69	1.34	1.95	1.23	<.001
TK	2.23	1.63	2.28	1.78	<.001
LU	1.93	1.45	2.01	1.40	<.001
FU	2.03	2.31	3.01	3.51	<.001

<sup>a</sup>n=35; <sup>b</sup>n=65; <sup>c</sup>n=46; <sup>d</sup>n=41; <sup>e</sup>ANOVA

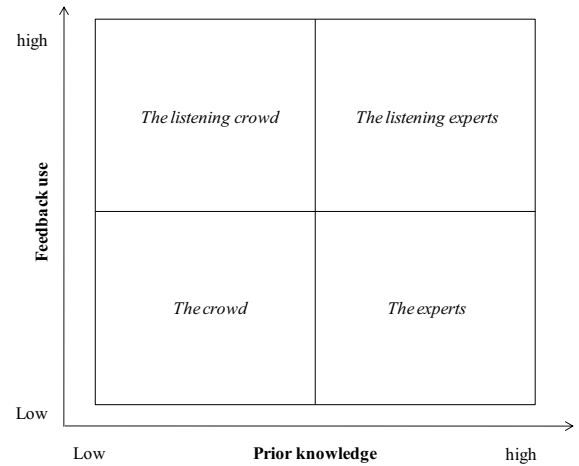
Variable means of all clusters were tested by ANOVAs and revealed that they are highly significant distinct.

*Cluster 1* is mainly characterized by its marginal use of feedback (FU=2.03). All remaining knowledge sources (DK=1.69 and TK=2.23) as well as need-information (LU=1.93) on the other hand are well developed. We term this cluster the “*experts*”. The reason why these teams use feedback only slightly might be that they are more involved with feedback giving. Thus, teams of this cluster mainly trust in their abilities and, due to laziness or competitive orientation, are not interested in interaction with other participants.

*Cluster 2* is not only characterized by a rather low use of feedback with a value of FU=2.31, but also by an under average occurrence of solution information in terms of development (DK=1.34) and technical knowledge (TK=1.63) as well as considerably low values concerning need-information (LU=1.45). We refer to this cluster as the “*crowd*”. Such teams might be interesting for organizers of innovation contests because they represent the ‘average joe’ of innovation contest participants, i.e. people possessing general, but not specific skills. Attraction and activation of such teams in innovation contests should be further researched.

*Cluster 3* is characterized by high values across all knowledge sources. While all of them are crucial for the description of cluster 3 and clearly exceeding the mean, expertise in terms of development knowledge (DK=1.95) as well as technical knowledge (TK=2.28) slightly dominate. Because of their high expertise, teams in this cluster might be essential for other teams as feedback givers. Lead user characteristics (LU=2.01) and feedback use (FU=3.01) contribute as well. Overall, teams in this cluster possess knowledge on needs and solutions related to Smartphone applications, while including external knowledge to enhance their work. We want to term this cluster the “*listening experts*”.

*Cluster 4*, finally, is determined by its low expertise (DK=1.23 and TK=1.78) and also scores very low on the lead user characteristics (LU=1.40). Concerning the use of feedback (FU=3.51), however, a different picture appears. Teams in cluster 4 heavily rely on the suggestions of others and, thus, on external knowledge. We name this cluster the “*listening crowd*” and assume that teams in this cluster participate in innovation contests because of the available *community functionality* which exactly allow the exchange of comments. All four clusters of knowledge configurations are presented in figure 1.



**Figure 1. Clusters of Knowledge Configurations**

#### ANOVA

Results of the ANOVA help to answer the question whether these distinct configurations of knowledge, lead usersness and feedback use impact the overall outcome of the teams. The identified clusters were used as independent variables, while the outcome was assessed as metric variable in form of an averaged overall score of the six variables outlined in appendix 2. Hence, theoretical range of values is between 3.0 and 7.66, while the actual extreme values were 3.08 and 6.98. Table 3 provides relevant results of the ANOVA.

**Table 3. Results of ANOVA**

Variable	Cluster 1 <sup>a</sup>	Cluster 2 <sup>b</sup>	Cluster 3 <sup>c</sup>	Cluster 4 <sup>d</sup>	Sig <sup>f</sup>
CR <sup>e</sup>	5.26	5.00	5.17	5.49	<.001

<sup>a</sup>experts; <sup>b</sup>crowd; <sup>c</sup>list. experts; <sup>d</sup>list. crowd; <sup>e</sup>total average = 5.2

<sup>f</sup>R=.293, R<sup>2</sup>=8.6%

Differences between the three groups are marginal, still highly significant (p<.001). The group with the lowest average concerning the creativity of submissions (CR=5.00) is cluster 2, which also scored lowest on all knowledge sources. Thus, although having a limited knowledge stock, external feedback was not provided or not used, either due to a lack of interest or capability. Cluster 3 already achieves a higher average on creativity of submissions (CR=5.17). Interestingly, this cluster consists of teams with expertise and lead usersness, who integrated external knowledge. Cluster 1, encompassing lead users and experts only marginally using external feedback, achieve slightly better results (CR=5.26). The overall winner, however, is cluster 4, the smart crowd. Those, although possessing under average expertise and lead usersness but integrating by far the most of

external knowledge, have the highest average of creativity of submissions (CR=5.49).

## 6. DISCUSSION & OUTLOOK

Results of data analysis have led to interesting insights concerning the research question on necessary prior knowledge of participants in an IT-based innovation contest and impact of potentially resulting knowledge configurations on the creativity of submissions. First of all, data has shown that prior knowledge is not a precondition to extensively profit from feedback. This is particular interesting, since it contradicts the theoretical assumptions of individual absorptive capacity, namely that prior knowledge is relevant to successfully assimilate new knowledge. Second, participants who possess little prior knowledge cannot only generate concepts of similar quality as their more experienced counterparts, but even outperform them if provided with feedback. Third, resulting knowledge configurations show distinct possibilities to achieve top quality submissions in IT-based innovation contests. Putting together, results support existing knowledge on the design of IT-based innovation contests [cf. 21; 34] and contribute to the body of knowledge on open innovation [cf. 56], as well as to the theoretical lens of absorptive capacity [cf. 73].

Participants of cluster 1 ("*experts*") do not display absorptive capacity by using 'community functionality'. They have a considerably high amount of prior knowledge relating to needs and solutions for Smartphone applications. But despite being less knowledgeable than the "*listening experts*", they do not seem to be interested in the reflections of external persons. They solely count on their own knowledge and do not have confidence in others' opinions. This cluster stands in line with the results of Bullinger et al. [15] who found that highly competitive participants can deliver highly innovative results in IT-based innovation contests. In terms of design, this cluster does not require the design element 'community functionality'. Still, *incentives could stimulate feedback* giving, which could be of interest for the organizers, since this cluster seems to possess relevant knowledge.

The same applies for cluster 2 ("*crowd*"). For them the design of an IT-based innovation contest seems little relevant. They are neither equipped with prior knowledge and due to that lack or due to missing interest do not show any absorptive capacity. They participate in an IT-based innovation contest for reasons that need further research, but show only little interest in other people's opinions expressed via commenting. Reasons for their participation might be in line with findings of Nonnecke and Preece [50], who found that lurkers in online groups have a set of different reasons for their behavior, like e.g. work constraints. These reasons might apply for IT-based innovation contests, too. In terms of the design element 'community functionality', the "*crowd*" does not represent any requirements.

Taking the lens of absorptive capacity, cluster 3 ("*listening experts*") is willing and able to acquire, transform, and exploit knowledge, e.g. from others in the form of feedback [73; 35]. Participants who fall in this cluster are well equipped with extensive knowledge on the needs as well as the solutions for challenges in the realm of Smartphone applications. Though, they actively acquire knowledge by listening to the outside world and welcoming suggestions for improvements. The "*listening experts*" like to prove their skills, but they are never shy of knowledge. Moreover, they enjoy feedback as well and, thus, are

feeling very comfortable on open innovation platforms. These persons hold the potential to be the IT-based lead users for open innovation platforms in general. However, this group performs slightly less (in terms of creativity) than the pure "*experts*". One reason might be the information overflow by extensive own knowledge and external feedback. Thus, *community functionalities should encompass the possibility to reduce and select information*, e.g. by evaluation of comments by other participants.

Cluster 4, the "*listening crowd*", does not show complete prior information concerning needs and solutions in the domain of Smartphone applications, but is heavily using external feedback. The listening crowd is outstanding in their absorptive capacity as it is both well aware of the potential of other peoples' suggestions for compensating missing knowledge and using this external knowledge. Its ability to generate top quality submissions *without* significant prior knowledge is most important and contra intuitive to the assumptions of absorptive capacity. For cluster 4, our results further the findings of Bullinger and colleagues [15] who showed that a high degree of cooperative orientation leads to a high degree of innovativeness and claim research on necessary design elements. In this context, findings are also in line with Magnusson [39] who found that ordinary users, who get some technical guidance, create better solutions (in terms of novelty, feasibility and usefulness) than users without support and even better than professional product developers. Our data shows that to generate and maintain motivation of these *listening* participants, an IT-based innovation contest needs *extensive commenting and messaging functionalities such as pin board messages, comments or chat functionalities*. Without the design element 'community functionality' being realized, these participants cannot unfold their full potential. In one sentence, one can say that for IT-based innovation contests knowing is silver, listening is gold.

Findings of this study have to be seen in the light of its limitations. As we base on a student contest, it needs to be tested whether the same clusters will be found in a corporate context. Given the business-oriented challenge of the examined IT-based innovation contest, we expect our findings to be strengthened by this comparison. The task and the corresponding three different domains of application in this innovation contest were chosen in such a manner that every participant should have a comparable set of know-how and experience. Though, innovation contests with a more narrow or specific task, could not only be influenced by development and technical knowledge, but moreover by domain knowledge. When analyzing such innovation contests, domain knowledge should be examined in more detail.

In addition, the examined contest has not been influenced by the organizers in terms of moderation. Hence, the question remains, whether the design element 'community functionality' as a technical element should be enriched by human moderation or facilitation activities as researched in the field of GSS [12; 48; 20; 29] or communities of practice [61; 62]. Finally, 'community functionality' like commenting and voting can serve as filter or even substitute for traditional jury evaluation approaches, which has not been explored by the study at hand. Forthcoming studies should target a better understanding of the design elements 'community functionality' and 'evaluation'.

## 7. ACKNOWLEDGMENTS

We thank all inside and outside innovators who are part of our ongoing innovation research journey, the anonymous reviewers for their helpful suggestions and we gratefully acknowledge support by the German Federal Ministry of Education and Research (projects: OFFIES 2020+, 03SF0371B; EIVE, 01FG09006 and 2nd Tech Cycle, 01FM07109).

## 8. REFERENCES

- [1] Adamczyk, S., Bullinger, A. C. and Moeslein, K. M. 2010. Call for Attention – Attracting and Activating Innovators. *R&D Management Conference 2010*, Manchester.
- [2] Amabile, T. M. 1996. *Creativity in Context - Update to: the Social Psychology of Creativity*. Harvard University.
- [3] Amabile, T. M. 1998. How to kill creativity. *Harvard Business Review*. 76, 5, 76-87.
- [4] Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W. and Weiber, R. 2003. *Multivariate Analysemethoden. Eine Anwendungsorientierte Einführung*. Berlin.
- [5] Bagozzi, R.P. and Yi, Y. 1988. On the evaluation of Structural Equation Models. In: *Journal of the Academy of Marketing Science*. 16, 1, 74-94.
- [6] Balderjahn, I. 1986. *Das umweltbewußte Konsumentenverhalten: Eine empirische Studie*. Berlin, Duncker & Humblot
- [7] Besemer, S. P. and O'Quin, K. 1999. Confirming the three factor creative product analysis matrix model in an American sample. *Creativity Research Journal*. 12, 4, 287-296.
- [8] Blohm, I., Bretschneider, U., Huber, J. M., Leimeister, J. M. and Krcmar, H. 2009. *Collaborative Filtering in Ideenwettbewerben - Evaluation zweier Skalen zur Teilnehmer-Bewertung in Ideenwettbewerben*. In: Engelen, M., Homann, J. (Hg.): *GeNeMe 2009 - Gemeinschaften in neuen Medien: Virtual Enterprises, Communities & Social Networks (1-2.10.2009)*, Dresden.
- [9] Blohm, I., Bretschneider, U., Leimeister, J. M. and Krcmar, H. 2010. Does collaboration among participants lead to better ideas in IT-based idea competitions - An empirical investigation. *International Journal of Networking and Virtual Organizations* (to appear).
- [10] Bogers, M., Afuah, A. and Bastian, B. 2010. Users as Innovators. A Review, Critique, and Future Research Directions. *Journal of Management*. 36, 4, 857-875.
- [11] Boland, R. J. 2002. *Design in the Punctuation of Management Action*. In: Boland, R. (ed.): *Managing as Designing: Creating a Vocabulary for Management Education and Research*, Frontiers Management Workshop, Weatherhead School of Management (June 14-15).
- [12] Bostrom, R. P., Anson, R. and Clawson, V. K. 1993. *Group facilitation and group support systems*, in L. M. Jessup and J. S. Valacich (Eds.), *Group Support Systems: New Perspectives*, New York, USA, McMillan Publishing Company, 146-168.
- [13] Bower, G. H. and Hilgard, E. R. 1981. *Theories of Learning*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs.
- [14] Brabham, D. C. 2009. Moving the Crowd at Threadless: Motivations for Participation in a Crowdsourcing Application. *AEJMC Conference* (August).
- [15] Bullinger, A. C., Neyer, A., Rass, M. and Moeslein, K. M. 2010. Community-based innovation contests: Where competition meets cooperation. *Creativity and Innovation Management*. 19, 3, (in press).
- [16] Carvalho, A. 2009. *In search of excellence – Innovation contests to foster innovation and entrepreneurship in Portugal*. CEFAGE-UE Working Paper (2009/07).
- [17] Chesbrough, H. (2003). *The era of open innovation. Managing innovation and change*. 44, 3, 34-41. Sage Publications Ltd.
- [18] Cohen, W.M. and Levinthal, D.A. 1990. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*. 35, 1, 128-152.
- [19] Dean, D. L., Hender, J. M., Rodgers, T. L. and Santanen, E. L. 2006. Identifying Quality, Novel, and Creative Ideas: Constructs and Scales for Idea Evaluation. *Journal of the Association for Information Systems*. 7, 10, 646-699.
- [20] Dickson G., Limayem M., Lee-Partridge J. and DeSanctis G. 1996. Facilitating computer supported meetings: A cumulative analysis in a multiple criteria task environment. *Group Decision and Negotiation*. 5, 1, 51-72.
- [21] Ebner, W., Leimeister, J. M. and Krcmar, H. 2010. Community Engineering for Innovations: The Ideas Competition as a method to nurture a Virtual Community for Innovations. *R&D Management Journal*. 40, 4, 342-356.
- [22] Finke, R. A., Ward, T. B. and Smith, S. M. 1996. *Creative cognition. Theory, research and applications*, MIT Press, Cambridge.
- [23] Franke, N. and Shah, S. 2003. How communities support innovative activities. An exploration of assistance and sharing among end-users. *Research Policy*, 32, 1, 157-178.
- [24] Franke, N. von Hippel, E. and Schreier, M. 2006. Finding commercially attractive user innovations: A test of lead user theory. *Journal of Product Innovation Management*. 23, 4, 301-315.
- [25] Franke, N. and Doemoetoer, R. 2008a. Innovativität von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU): Gestaltungsvariablen, Konfigurationen und Erfolgswirkungen. *Zeitschrift für KMU und Entrepreneurship*. 7, 139-158.
- [26] Franke N.; Keinz, P. and Schreier, M. 2008b. Complementing Mass Customization Toolkits with User Communities: How Peer Input Improves Customer Self-Design. *Journal of Product Innovation Management*. 25, 6, 546-559.
- [27] Fueller, J., Bartl, M., Ernst, H. and Mühlbacher, H. 2004: Community Based Innovation – A Method to Utilize the Innovative Potential of Online Communities. *HICSS-37*, Big Island, Hawaii.
- [28] Glass, R. 1999. On Design. *IEEE Software*. 16, 2, 103-104.
- [29] Griffith T. L., Fuller M. A. and Northcraft G. B. 1998. Facilitator Influence in Group Support Systems: Intended

- and Unintended Effects. *Information Systems Research*. 9, 1, 20-36.
- [30] Hart, S.; Hultink, E.J.; Tzokas, N. and Commandeur, H.R. 2003. Industrial Companies' Evaluation Criteria in New Product Development Gates. *Journal of Product Innovation Management*. 20, 1, 22-36.
- [31] Hutter, K., Hautz, J., Mueller, J., Fueller, J. and Matzler, K. 2010. Communitition: The Tension between Competition and Collaboration in Community based Design Contests. *IPDMC 2010*.
- [32] Kristensson, P., Gustafsson, A. and Archer, T. 2004. Harnessing the creative potential among users. *Journal of Product Innovation Management*. 21, 1, 4-14.
- [33] Larkin, J., McDermott, J., Simon, D. P. and Simon, H. A. 1980. Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*. 208, 4450, 1335-1342.
- [34] Leimeister J. M., Huber M., Bretschneider U. and Krcmar H. 2009. Leveraging Crowd-sourcing - Theory-driven Design, Implementation and Evaluation of Activation-Supporting Components for IT-based Idea Competitions. *Journal of Management Information Systems*. 1, 26, 1-44.
- [35] Lettl, C., Herstatt, C. and Gemuenden, H. G. 2006. Users' contributions to radical innovation: evidence from four cases in the field of medical equipment technology. *R&D Management*. 36, 6, 251-272.
- [36] Luethje, C. and Herstatt, C. 2004. The Lead User Method: and outline and empirical findings and issues for future research. 34, 5, 553-568.
- [37] MacCrimmon, K. R. and C. Wagner, C. 1994. Stimulating ideas through creative software. *Management Science*. 40, 11, 1514-1532.
- [38] Magee, G. B. 2005. Rethinking invention: Cognition and the economics of technological creativity. *Journal of Economic Behaviour & Organization*. 57, 29-48.
- [39] Magnusson, P. R. 2009. Exploring the Contributions of Involving Ordinary Users in Ideation of Technology-Based Services. *Journal of Product Innovation Management*. 26, 5, 578-593.
- [40] Malone, T. W., Laubacher, R. and Dellarocas, C. 2009. *Harnessing Crowds: Mapping the Genome of Collective Intelligence*. Working Paper No. 2009-001 (1-20), Cambridge.
- [41] Marsh, R. L., Ward, T. B. and Landau, J. D. 1999. The inadvertent use of prior knowledge in a generative cognitive task. *Memory & Cognition*. 27, 1, 94-105.
- [42] Masters, W. and Delbecq, B. 2008. *Accelerating innovation with prize rewards: History and typology of technology prizes and a new contest design for innovation in African agriculture*. Intl Food Policy Res Inst.
- [43] Mayer, R. E. 1999. *Fifty years of creativity research*, In: Sternberg, R.J., (ed.), *Handbook of Creativity*, Cambridge University Press, Cambridge, 449-460.
- [44] Moeslein, K. M., Haller, J. B. A. and Bullinger, A. C. 2010. *Open Evaluation: Ein IT-basierter Ansatz für die Bewertung innovativer Konzepte*. HMD Sonderheft: IT-basiertes Innovationsmanagement.
- [45] Nagasundaram, M. and Bostrom, R. P. 1994. The structuring of creative processes using GSS: A framework for research. *Journal of Management Information Systems*. 11, 3, 87-114.
- [46] Nambisan, S. 2002. Designing Virtual Customer Environments for New Product Development: Toward a Theory. *The Academy of Management Review*. 27, 3, 392.
- [47] Nambisan, S., & Baron, R. 2009. Virtual Customer Environments: Testing a Model of Voluntary Participation in Value Co-creation Activities. *Journal of Product Innovation Management*. 26, 4, 388-406.
- [48] Niederman F., Beise C. M. and Beranek P. M. 1995. Issues and concerns about computer-supported meetings: The facilitator's perspective. *MIS Quarterly*. 20, 1, 1-22.
- [49] Niu, W. and Sternberg, R. J. 2001. Cultural influences on artistic creativity and its evaluation. *International Journal of Psychology*. 36, 1, 225-241.
- [50] Nonnecke, B. and Preece, J. 2001. Why lurkers lurk. *Proceedings of the 7th Americas Conference of Information Systems (AMCIS)*.
- [51] Nunnally, J.C. 1987. *Psychometric Theory*. McGraw-Hill. New York.
- [52] Ozer, M. 2009. The roles of product lead-users and product experts in new product evaluation. *Research Policy*. 38, 8, 1340-1349.
- [53] Perkins, D. N. 1988. *The possibility of invention*. In Sternberg, R.J. (ed.), *The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives*. Cambridge NY: Cambridge University Press, 363-386.
- [54] Piller, F. T. and Walcher, D. 2006. Toolkits for idea competitions: a novel method to integrate users in new product development. *R&D Management*. 36, 3, 307-318.
- [55] Plucker, J. A., Beghetto, R. A. and Dow, G. T. 2004. Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*. 39, 2, 83-96.
- [56] Poetz, M. K. and Schreier, M. 2009. The value of crowdsourcing: can users really compete with professionals in generating new product ideas? *Druid Summer Conference*, Copenhagen.
- [57] Porter, M. E. and Stern, S. 2001. Innovation: Location matters. *Sloan Management Review*. 42, 4, 28-43.
- [58] Runco, M. A. and Sakamoto, S. O. 1999. *Experimental studies of creativity*, In: Sternberg, R.J., (ed.), *Handbook of Creativity*, Cambridge University Press, Cambridge, 62-92.
- [59] Schendera, C. F. G. 2010. *Clusteranalyse mit SPSS*. Oldenbourg Verlag, Munich.
- [60] Surowiecki, J. 2004. *The wisdom of crowds: Why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies, and nations*. New York: Doubleday.
- [61] Tarmizi, H. and de Vreede, G.-J. 2005. A Facilitation Task Taxonomy for Communities of Practice. *Proceedings of the Eleventh Americas Conference on Information Systems*, Omaha, NE, USA.
- [62] Tarmizi, H., de Vreede, G.-J. and Zigurs, I. 2007. A Facilitator's Perspective on Successful Virtual Communities



of Practice. *Proceedings of the Thirteenth Americas Conference on Information Systems*, Keystone, Colorado.

- [63] Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. 1997. *Managing Innovation. Integrating Technological, Market, and Organizational Change*. Chichester: Wiley.
- [64] Vincenti, W. G. 1990. *What Engineers Know and How They Know It*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- [65] von Hippel, E. 1978. A customer active paradigm for industrial product idea generation. *Research Policy*. 7, 3, 240-266.
- [66] von Hippel, E. 1986. Lead users: a source of novel product concepts. *Management Science*. 32, 7, 791-805.
- [67] von Hippel, E. 1998. Economics of product development by users: The impact of 'Sticky' local information. *Management Science*. 44, 5, 629-644.
- [68] Walcher, P.-D. 2007. *Der Ideenwettbewerb als Methode der aktiven Kundenintegration*, Gabler, Wiesbaden.
- [69] Weisberg, R. W. 1993. *Creativity: Beyond the Myth of Genius*. New York: Freeman.
- [70] Winograd, T. 1996. *Bringing Design to Software*. Addison-Wesley, Inc., Reading, MA.
- [71] Winograd, T. 1998. *The Design of Interaction*. In: Denning, P. and Metcalfe, R. (eds.): *Beyond Calculation: The Next 50 Years of Computing*, Copernicus Books, New York, 149-162.
- [72] Wirtz, M.A. and Caspar, F. 2002. *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität. Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen, Hogrefe.
- [73] Zahra, S. A. and George, G. 2002. Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *The Academy of Management Review*. 27, 2, 185-203.

## 9. APPENDIX

### Appendix 1. Scales for Measurement of Independent Variables

Variable	Item	Description
Development Knowledge	DK1	I already had experience with the development of ideas/concepts for applications in school, during study or apprenticeship.
	DK2	I already had professional experience with the development of ideas/concepts for applications.
	DK3	I already had experience with the development of ideas/concepts for applications in my free time.
Technical Knowledge	TK1	I am very well schooled in applications.
	TK2	I am especially interested in the technical implementation of applications.
	TK3	Regarding applications I consider myself as tinker.
Ahead of Market	LU1	In general, I discover new applications earlier than others.
	LU2	In the past I have benefited very much of using applications.

	LU3	Regarding purchase and usage of applications, I am often asked for advice.
	LU4	I have already tried to modify existing applications to improve application possibilities.
High expected Benefit	LU5	I had already problems with applications which could not be solved by commercial offers available.
	LU6	In my opinion there are many unsolved problems regarding applications.
	LU7	I have needs regarding Smartphones and applications which could not be solved / satisfied by means of existing offers.
Feedback use	FB1	Our final concept is depending on other peoples' recommendations.
	FB2	Other peoples' tips were very important for the further improvement of our concepts.
	FB3	We have got feedback of other people on our concept.
	FB4	We have included suggestions for improvement of other people into our concept.
	FB5	We have created our concept without obtaining tips or suggestions of others.

### Appendix 2. Scales for Measurement of Idea Creativity

Variable	Factor	Item	Description
Novelty	Originality	N1	The degree to which the idea is not only rare but is also ingenious, imaginative, or surprising.
	Paradigm relatedness	N2	The degree to which an idea preserves or modifies a paradigm. PM ideas are sometimes radical or transformational
Work-ability	Acceptability	W1	The degree to which the idea is socially, legally, or politically acceptable.
	Implement-ability	W2	The degree to which the idea can be easily implemented.
Relevance	Applicability	R1	The degree to which the idea clearly applies to the stated problem.
	Effectiveness	R2	The degree to which the idea will solve the problem.
Specificity	Completeness	S1	The number of independent subcomponents into which the idea can be decomposed, and the breadth of coverage with regard to who, what, where, when, why, and how
	Implicational explicitness	S2	The degree to which there is a clear relationship between the recommended action and the expected outcome.
Market Potential	Customer acceptance	M1	The degree to which the idea should be realized in its actual status.
	Beneficiary	M2	The degree to which the idea solves a relevant problem many people are facing.

# Beschaffungsmanagement für hybride Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken – Status Quo und Gestaltungsperspektiven

Stefan Bensch  
Universität Augsburg  
Universitätsstraße 16  
86159 Augsburg  
+49 821 598-4401

stefan.bensch@wiwi.uni-augsburg.de

Holger Schrödl  
Universität Augsburg  
Universitätsstraße 16  
86159 Augsburg  
+49 821 598-4419

hoger.schrodl@wiwi.uni-augsburg.de

Klaus Turowski  
Universität Augsburg  
Universitätsstraße 16  
86159 Augsburg  
+49 821 598-4433

klaus.turowski@wiwi.uni-augsburg.de

## KURZFASSUNG

Die Umsetzung elektronischer Beschaffungsprozesse für hybride Leistungsbündel, bestehend aus Sach- und Dienstleistungsbestandteilen erfordert eine Betrachtung des strategischen, taktischen und operativen Einkaufs und der Informations- und Kommunikationstechnologien in Wertschöpfungsnetzwerken. In der Vergangenheit wurde die Ausrichtung betriebswirtschaftlich mit dem Fokus auf klassische Beschaffungsprozesse für Produkte und technologisch geführt. Vermehrt rückt die Gestaltung von hybriden Beschaffungsprozessen in Wertschöpfungsnetzwerken in den Vordergrund. Die Zusammenführung verschiedener Beschaffungsprozesse für Produkte und Dienstleistungen weist jedoch Probleme auf. Der vorliegende Artikel zeigt die Notwendigkeit einer prozessorientierten Betrachtung in der Beschaffung auf mehreren Abstraktionsebenen auf und beschreibt ein Modell für die Gestaltung des elektronischen Beschaffungsprozesses in Wertschöpfungsnetzwerken für die Anforderungen hybrider Leistungsbündel. Unterschiedliche Prozessausprägungen werden auf die Anwendbarkeit für hybride Leistungsbündel untersucht und erlauben einen Anpassungsvorschlag für den Beschaffungsprozess.

## Keywords

Beschaffungsmanagement, Wertschöpfungsnetzwerk, hybride Leistungsbündel, Gestaltungsperspektiven.

## 1. MOTIVATION

Globale Marktszenarien führen dazu, dass Angebote sehr leicht vergleichbar sind. Dies trifft sowohl im Bereich der Angebote von Produktionsunternehmen wie auch von Dienstleistungsunternehm-

men zu. In solchen vergleichbaren Angebotssituationen ist häufig eine Preisführerschaft der Schlüssel, um Marktanteile zu gewinnen. Unternehmen, die ihre Marktanteile im Wesentlichen über eine Preisführerschaft erzielen, haben tendenziell weniger strategischen Entwicklungsspielraum. Eine strategisch bedeutsame Art, sich gegenüber dem Mitbewerber in vergleichbaren Märkten zu differenzieren, ist das Anbieten von hybriden Leistungsbündeln [14]. Hybride Leistungsbündel stellen dabei eine integrierte Kombination von physikalischen Produkten und immateriellen Dienstleistungen dar mit dem Ziel, ein spezifisches Kundenproblem zu lösen [26].

Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass das Management von hybriden Leistungsbündeln in Informationssystemen etablierte Geschäftsprozesse vor neue Herausforderungen stellt. So lassen sich hybride Leistungsbündel in Geschäftsprozessen wie beispielsweise im Supply Chain Management beschrieben nur unzureichend darstellen. Die Forschung im Bereich der hybriden Wertschöpfung konzentriert sich auf Modelle und Methoden zur Erstellung von hybriden Leistungsbündeln. Die Diskussion über die Beschaffung hybrider Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken steht noch aus. Eine enge Anbieter-Lieferanten-Beziehung ist notwendig, um Prozessverbesserung in der Beschaffung sowie Kostenreduktionen zu erreichen, die dann zwischen Anbieter und Lieferant aufgeteilt werden können [15]. Daher sind Wertschöpfungsnetzwerke geeignet, neben operationalen Aspekten in der Beschaffung auch strategische Aspekte zu realisieren. Während die Beschaffung tangibler Güter in Liefernetzen eine lange Forschungshistorie aufweist, wirft die Beschaffung von Dienstleistungen und Diensten im Sinne von Angeboten, die über das Internet auf Abruf bezogen werden können, eine Vielzahl von Fragen auf, die bisher noch nicht hinreichend beantwortet sind. So sind Fragestellungen nach Service Level Agreements (SLA's), die sich aus mehreren Komponenten zusammensetzen, noch unbeantwortet. Weitere Themen sind Garantieleistungen für Dienste im Sinne von Qualitätsgarantien sowie Verfügbarkeitsgarantien oder auch Zuständigkeiten bei komplexen Serviceangeboten. Da solche Themen bereits im Kontext von Serviceleistungen nur unzureichend beantwortet sind, gilt dies insbesondere für hybride Leistungsbündel als komplexe Kombination aus tangiblen Leistungen und Service-Leistungen.

Die zentrale Frage dieses Beitrags ist daher, wie ein Beschaffungsmanagement modelliert sein muss, das auf die Beschaffung von hybriden Leistungsbündeln in Wertschöpfungsnetzwerken angewendet werden kann. Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: in

Kapitel 1 wird die Notwendigkeit eines angepassten Beschaffungsmanagements auf hybride Leistungsbündel motiviert und das Forschungsdesign beschrieben. In Kapitel 2 folgt der aktuelle Forschungsstand zu hybriden Leistungsbündeln und dem Beschaffungsmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken. In Kapitel 3 wird eine vergleichende Betrachtung von dokumentierten Beschaffungsprozessen durchgeführt. Auf Basis dieser vergleichenden Betrachtung wird untersucht, inwieweit aktuelle Beschaffungsprozesse auf das Beschaffen von hybriden Leistungsbündeln in Wertschöpfungsnetzwerken anwendbar sind. In Kapitel 4 erfolgt die Gestaltung eines auf die Beschaffung hybrider Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken optimierten Beschaffungsprozesses. Kapitel 5 gibt eine Zusammenfassung und einen Ausblick auf weitere Forschungsfragen.

Dieser Beitrag folgt grundsätzlich dem Design Science Paradigma für konstruktionsorientierte Forschung [21,33]. Die Identifikation bestehender Beschaffungsprozesse sowie die Identifikation der Gestaltungsanpassungen zur Beschaffung hybrider Leistungsbündel erfolgten auf Basis einer umfassenden Literaturstudie in ausgewählten Publikationsorganen. Basierend auf bestehenden Modellen und Referenzprozessen zum Beschaffungsmanagement wurde ein neues Prozessmodell durch die Vereinigung und Erweiterung bestehender Modelle entwickelt [36]. Zur Demonstration des neuen Prozessmodells wurde ein aus der Praxis beobachteter Use Case verwendet.

## 2. AKTUELLER FORSCHUNGSSTAND ZUM BESCHAFFUNGSMANAGEMENT FÜR HYBRIDE LEISTUNGSBÜNDEL IN WERTSCHÖPFUNGSNETZWERKEN

Im folgenden Abschnitt wird zunächst der aktuelle Forschungsstand zu hybriden Leistungsbündeln mit Bezug zu Wertschöpfungsnetzwerken für das Beschaffungsmanagement dargestellt. Auf der Grundlage einer vergleichenden Darstellung von Beschaffungsprozessen für Produkte, Dienstleistungen und daraus abgeleitet für hybride Leistungsbündel können kritische Prozessschritte für die Beschaffung identifiziert werden.

### 2.1 Hybride Leistungsbündel

Im Allgemeinen sind hybride Leistungsbündel eine Kombination aus physischen Produkten, Dienstleistungen sowie immateriellen Werten wie beispielsweise Garantien oder erworbene Rechte. In Abhängigkeit des Grades der Ausprägung einzelner Bestandteile können hybride Leistungsbündel in vier Grundbestandteile zerlegt werden: standardisierte physische Produkte, standardisierte Dienstleistungen sowie kundenspezifische Produkte und kundenspezifische Dienstleistungen. Die Unterteilung dieser vier Elemente ist nicht dichotom, aber die Übergänge zwischen diesen Elementen sind linear in dem Sinne, dass es mehrere Möglichkeiten gibt, diese Elemente zu einem hybriden Leistungsbündel zu kombinieren. Eine Übersicht hierzu zeigt Abbildung 1.

Die Dimension der Lösungsbestandteile variiert dabei von tangiblen hin zu intangiblen Gütern. Die Dimension Prozessintegration variiert dabei von eigenständigen Lösungen hin zu integrativen Lösungen. Ein zentraler Aspekt des Konzeptes eines hybriden Leistungsbündels ist der Startpunkt der Leistungserbringung. Hierbei dient nicht eine einzelne Leistung als auslösendes Moment, sondern der Kundenwunsch, ein spezifisches Problem zu lösen [26]. Zusammengefasst ist ein hybrides Leistungsbündel

eine Kombination aus physischen Produkten, Dienstleistungen und immateriellen Gütern, die auf ein spezifisches Kundenbedürfnis ausgerichtet sind.

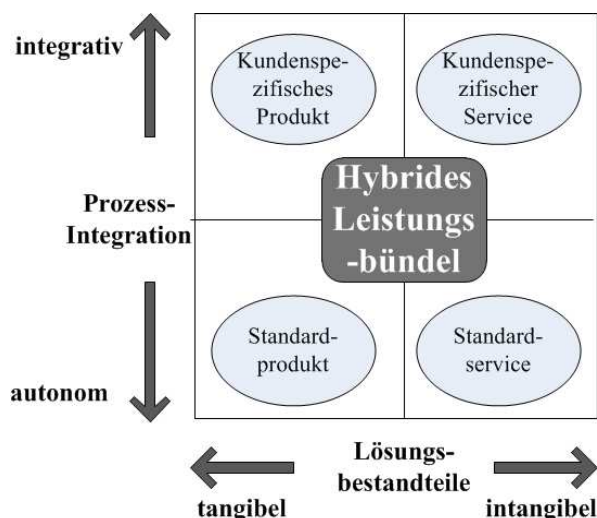


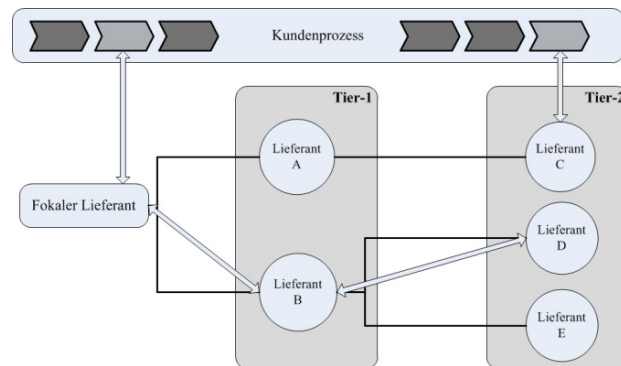
Abbildung 1: Zusammensetzung hybrider Leistungsbündel

Integration ist ein zentraler Bestandteil hybrider Leistungsbündel. Dabei bedeutet Integration nicht nur die Bündelung von Produkten und Dienstleistungen im Sinne einer kombinierten Lösung, sondern auch die Prozessintegration auf Kunden- und Lieferantenseite [8]. Der Grad der Integration in hybriden Leistungsbündeln ist dabei variabel [21]. Auf der einen Seite existieren standardisierte physische Produkte, die mit einer Dienstleistung mit direktem Bezug zum physischen Produkt kombiniert sind. Auf der anderen Seite existieren Geschäftsmodelle wie Performance Contracting, wo das Angebot des hybriden Leistungsbündels aus einer Reihe von Servicevereinbarungen zur Erbringung einer bestimmten Leistung besteht [16]. Solche Servicevereinbarungen verwenden physische Produkte und Dienstleistungen in Form eines hybriden Leistungsbündels, allerdings nutzt der Kunde dieses Leistungsbündel ausschließlich in Form der Servicevereinbarungen. Aus einer Kundensicht ist es nicht möglich, die physischen Anteile von den Dienstleistungsanteilen zu trennen.

Die Zusammensetzung hybrider Leistungsbündel über deren Lebenszyklus hinweg ist nicht notwendigerweise konstant. Dabei kann der Lebenszyklus in drei Abschnitte geteilt werden: Herstellung, Nutzung und Nachnutzung [17]. Im ersten Abschnitt der Herstellung liegt der Fokus auf der Identifikation, Evaluation und dem Aufbau von Beziehungen zwischen relevanten Lieferanten, die für das spezifische hybride Leistungsbündel in Frage kommen. Im Abschnitt der Nutzung liegt der Schwerpunkt auf der Interaktion zwischen dem Kunden und den Lieferanten, auf der Erfüllung der Servicevereinbarungen sowie weiteren intangiblen Werten. Im Abschnitt der Nachnutzung liegt der Fokus auf der Außerbetriebnahme des hybriden Leistungsbündels in einer angemessenen Art und Weise oder dem Ersetzen des hybriden Leistungsbündels durch eine Folgelösung.

Hoch integrierte hybride Leistungsbündel mit einem signifikanten Anteil von Dienstleistungen und intangiblen Werten sind nennenswert in die Geschäftsprozesse des Kunden eingebunden. Betrachtet man Performance Contracting als Form der höchsten In-

tegration, so stellt diese Leistungsform Subprozesse von betrieblichen Leistungsprozessen des Kunden dar. Setzt man eine adäquate Informationssysteminfrastruktur voraus, so werden aus Prozesssicht drei mögliche Prozessintegrationsformen zwischen den Leistungsprozessen der Anbieter und den Leistungsprozessen des Kunden unterschieden: Prozessintegration durch den fokalen Lieferanten, Prozessintegration durch eine Kombination aus dem fokalen Lieferanten und einem oder mehreren Sublieferanten oder Prozessintegration direkt durch Sublieferanten des fokalen Lieferanten (Abbildung 2).



**Abbildung 2: Prozessintegration von Liefernetzen in Kundenprozesse**

## 2.2 Beschaffungsmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken

Bisher wurde der Begriff „hybride Leistungsbündel“ systematisiert. Ziel des Abschnitts ist die Grundlagenbildung zur elektronischen Beschaffung hybrider Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken. Dafür werden aufbauend auf den Grundlagen der elektronischen Beschaffung die Beschaffungsperspektiven beschrieben.

### 2.2.1 Elektronische Beschaffung

Eine wesentliche Aufgabe des Supply Chain Managements ist die Unterstützung der traditionellen Beschaffung mit Informationstechnologie [2]. E-Procurement umfasst alle internetgestützten Prozesse zur Beschaffung von Waren und Dienstleistungen und stellt damit eine Handelsperspektive dar [4]. Veränderte Umweltbedingungen haben insbesondere die globale Beschaffung, welche eine unternehmensübergreifende Planung, Steuerung und Kontrolle der Material-, Informations- und Geldflüsse erforderlich macht, geprägt. Diesen Anforderungen versuchen Unternehmen in Wertschöpfungsnetzwerken zu begegnen [5]. Ein Wertschöpfungsnetzwerk ist ein Netzwerk von Unternehmen, die über mehrere Stufen in Beziehung stehen und an der Wertschöpfung beitragen [34]. Zur Abbildung des Wertschöpfungsnetzwerks wird ein spezifizierter Bedarf durch andere Netzwerkteilnehmer erbracht. Aufgrund von Informationen über Netzwerkteilnehmer kann schließlich das Wertschöpfungsnetzwerk gebildet werden. Eine informationstechnische Lösung soll diese Vorgehensweise unterstützen. Ein wesentlicher Bestandteil von E-Procurement in Wertschöpfungsnetzwerken sind damit elektronische Beschaffungsprozesse, die in Wertschöpfungsnetzwerken abgewickelt werden. Die Relevanz von Lieferantenbeziehungen untereinander [35] wird durch die Entwicklung von vielfältigen Verknüpfungen zwischen Unternehmen zu Wertschöpfungsnetzwerken unterstri-

chen [22]. Aufgrund der derzeit vorherrschenden Spezialisierung in der Theorie als auch in Unternehmen erfordert die hybride Wertschöpfung eine Zusammenarbeit selbstständiger Unternehmenseinheiten in einem Wertschöpfungsnetzwerk [28].

Um den Austausch von Daten zwischen Lieferanten und Dienstleistern in Wertschöpfungsnetzwerken zu realisieren, werden zunehmend standardisierte Datenaustauschformate eingesetzt. Ein prominenter Vertreter ist der EDI Standard (Electronic Data Interchange). Neben der Effizienzverbesserung und damit einhergehenden Reduktion von Durchlaufzeiten und der Senkung von Bearbeitungskosten bietet der elektronische Einkauf Herstellern und Händlern die Chance einer schnelleren und elektronischen Datenverfügbarkeit [40].

Der Einsatz von E-Procurement kann Kosten der Beschaffung reduzieren, Geschäftsprozesse beschleunigen und Qualitätssteigerungen erzielen [13]. In der jüngeren Zeit haben sich für den Einsatz von E-Procurement in Wertschöpfungsnetzwerken verbunden mit den Potentialen aktueller Informationstechnologien verschiedene Einsatzfelder hervorgehoben. Von Bedeutung sind die Bildung von elektronischen Wertschöpfungsnetzwerken, die digitale Informationsversorgung, die Nutzung elektronischer Marktplätze sowie die Berücksichtigung hybrider Leistungsbündel in der Beschaffung zum Abbau organisatorischer Barrieren zwischen Produkt- und Dienstleistungsanbietern [43].<sup>1</sup>

### 2.2.2 Beschaffungsperspektiven

Zur Beschreibung von Beschaffungsprozessen eignet sich die Zuordnung der Beschaffungsperspektive zu Prozessschritten, welche aus der Planung und der Vorbereitung von Beziehungen (Sourcing), dem Durchführen der Beschaffung (Procurement) sowie der Kontrolle des Prozesses (Monitoring) besteht [20]. Die Prozessschritte werden in der Literatur unter den Termini „strategische und taktisch-operative Beschaffung“ beschrieben [1].

Nach den *Beschaffungszielen* lässt sich damit der Beschaffungsprozess generell in *strategische* und *taktisch-operative* Bestandteile differenzieren, wobei die Grenzen zwischen den Zielen in der Literatur ineinander übergehen. Grundlage einer jeden Beschaffung ist die Bedarfsermittlung [19,12]. Ausgehend von der *Bedarfsermittlung* für Güter und Dienstleistungen werden Lieferanten für die Bedarfsanforderung identifiziert [1]. Die Phase wird durch betriebliche Informationssysteme unterstützt. Zur *strategischen Beschaffung* gehören im Wesentlichen die Anbahnungs- und die Vereinbarungphase [25,24]. Im Zusammenhang mit der *taktisch-operativen Beschaffung*, der Beschaffungsdurchführung, werden Prozessschritte gezählt, die mit der Bestellabwicklung in Verbindung stehen.

Die Identifikation von potenziellen Transaktionspartnern erfolgt auf der Basis konkreter Bedarfsspezifikationen in der *Anbahnungsphase*. Die Phase wird durch elektronische Marktplätze, Produkt- und Lieferantenkataloge unter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützt. In der *Vereinbarungsphase* werden Konditionen und Mengen vereinbart. Die Phase hat das Zustandekommen eines verbindlichen Vertrags zwischen den Transaktionspartnern zum Ziel. Zur *Abwicklungsphase*, also der operativen Beschaffung („supply execution“) gehören die Arbeitsschritte der Kaufauftragserfassung, Bestellüberwachung, Leistungsabnahme, Rechnungsprüfung und Zahlungs-

<sup>1</sup> Zu Aktivitäten und Forschungsprojekten vgl. [43].

abwicklung. Die einzelnen Prozessschritte werden gleichermaßen von betrieblichen Informationssystemen unterstützt [23].

### 3. VERGLEICHENDE BETRACHTUNG AKTUELLER BESCHAFFUNGSPROZESSE

Bisher werden Beschaffungsprozesse unter verschiedenen Sachverhalten und auf unterschiedlichen Detailebenen in Publikationen verwendet. Die Erhebung und der Vergleich dieser Prozesse können den Forschungsstand unter Berücksichtigung hybrider Leistungsbündel feststellen und den Ausgangspunkt für die Prozessentwicklung für hybride Leistungsbündel bilden.

#### 3.1 Prozess- und Modellerhebung

Publizierte und referenzierte Beschaffungsprozesse wurden mittels einer umfangreichen Literaturanalyse erhoben. Untersucht wurden hierfür Publikationsorgane, die in den Literaturrankings der WKWI-Liste („Sprecher der Wissenschaftlichen Kommission Wirtschaftsinformatik“) [42] und der VHB-Jourqual2-Liste („Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaftslehre e.V.“) [37] enthalten sind. Der Untersuchungsraum umfasst die Jahre 1998 bis 2010. Hierbei wurde für die WKWI-Liste nur das Ranking „A“ beachtet, in der VHB-Jourqual2-Liste die Rankings „A“ und „B“. Im nächsten Schritt wurden diese Publikationsorgane dahingehend untersucht, ob diese sich thematisch mit den vorliegenden Anforderungen auseinandersetzen. Es wurde untersucht, ob die jeweiligen Zeitschriften- und Konferenzbeiträge zu den Bereichen Supply Chain Management, (Referenz-)Modellierung oder Service Design bzw. Service Science Beiträge aufweisen. In der verbleibenden Menge der Publikationsorgane wurde zunächst über eine Stichwortsuche nach relevanten Artikeln gesucht.

Stichwörter wie „Beschaffungsprozess“, „Hybride Wertschöpfung“ und „Referenzprozess“ wurden im Singular und Plural in deutscher und englischer Sprache recherchiert. Die Suchanfragen führten in den Publikationsorganen jedoch zu keinem befriedigenden Ergebnis. Dies liegt unter anderem daran, dass hybride Wertschöpfung in der Literatur einem weiten Begriffsraum unterliegt und sich bereits viele Synonyme etabliert haben [29]. Damit ist die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Integration von Sach- und Dienstleistungen durch eine uneinheitliche Begriffsverwendung geprägt [7]. Eine manuelle Suche nach Artikeln in den entsprechenden Publikationsorganen wurde folglich durchgeführt.

Die Auswahl der untersuchten Zeitschriften und Konferenzen ist nachfolgend benannt und in Tabelle 1 dargestellt. Eine Auswahl von Publikationsorganen aus der Schnittmenge beider o.g. Literaturrankings wurde explizit durchsucht und umfasst die folgenden Publikationsorgane: Journal of the Association for Information Systems (JAIS), Information Systems Research, MIS Quarterly, Journal of Management Information Systems, Information Systems Journal, Journal of the Association for Information Systems (JAIS), Journal of Strategic Information Systems, IEEE Transactions on Engineering Management, Journal of the ACM (JACM), Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS), Wirtschaftsinformatik (WI), Decision Support Systems, ACM Transactions on Information Systems, ACM Computing Surveys. Ergänzend wurden die Tagungsbände der deutschen Wirtschaftsinformatikkonferenz im gleichen Zeitraum betrachtet.

**Tabelle 1: Untersuchte Publikationsorgane**

Ranking	Kategorie	Rating	Untersuchte Jahrgänge
Jourqual2	EC; WI&IS	A, B	1998 - Jul. 2010
WKWI	-	A	1998 - Jul. 2010
Wirtschaftsinformatikkonferenz (zusätzlich für den gleichen Untersuchungszeitraum betrachtet)			
EC (Electronic Commerce); WI&IS (Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement)			

In der Literatur konnte eine Vielzahl von Beschaffungsprozessen für Industrie und Handel gefunden werden.<sup>2</sup> Beschaffungsprozessuntersuchungen für Dienstleistungen sind kaum publiziert. Identifizierte Referenzmodelle decken einen Teil der Beschaffung, auch für Wertschöpfungsnetzwerke ab. Referenzprozesse des elektronischen Einkaufs vervollständigen die Analyse. Darüber hinaus wird aktuell in wissenschaftlichen Arbeiten untersucht, inwieweit bestehende Referenzmodelle für Sachleistungen auch auf Dienstleistungen anzuwenden sind und ob für die hybride Wertschöpfung besondere Anpassungsbedarfe resultieren. Insbesondere wurde dieser Gegenstand bereits für das im Supply Chain Management weit verbreitete SCOR-Modell (Supply Chain Operations Reference-Model) diskutiert (vgl. hierzu [28]).

Nach einer inhaltlichen Analyse der relevanten Artikel konnten elf Beiträge für diese Arbeit als markant ermittelt werden. Eine Ausweitung der Suche nach referenzierten Prozessen in Monographien führte zu einer Sättigung der Beschaffungsprozessschritte, sodass ein Vergleich auf der Literaturbasis für die Zwecke dieser Untersuchung angemessen erscheint. Für den vorliegenden Untersuchungsgegenstand wurden aus nachgeannten Referenzmodellen die Einkaufsperspektive expliziert. Insgesamt wurden die identifizierten Beiträge in Tabelle 2 auf Basis der dargestellten Beschaffungsperspektiven (siehe hierzu Abschnitt 2.2.2) analysiert und klassifiziert.

**Tabelle 2: Referenzmodelle und Prozesse der Beschaffung**

Merkmal	Publikation / Quelle
<u>Leistung:</u> Materiell <u>Beschaffungsziel:</u> Strategisch / Taktisch-Operativ	[19]; [12]; [30]; [24]; [25]; [31]; [13]; [39]R
<u>Leistung:</u> Immateriell <u>Beschaffungsziel:</u> Strategisch / Taktisch-Operativ	[23]; [32]; [27]R
<u>Leistung:</u> [Materielle Güter; Dienstleistungen; Hybride Leistungsbündel] <u>Beschaffungsziel:</u> [Strategisch; Taktisch-Operativ] <u>Referenzmodell:</u> „R“	

#### 3.2 Vergleich der Beschaffungsprozesse für Produkte und Dienstleistungen

Für den systematischen Vergleich von Beiträgen zur Beschaffung wurden die in Tabelle 2 eingeordneten Ansätze gegenübergestellt. Diese wurden verglichen und zu einem für diese Arbeit als Dis-

<sup>2</sup> Zur Diskussion von Referenzprozessen in der hybriden Wertschöpfung vgl. [6].

kussionsgrundlage dienlichen Gesamtprozess für materielle und immaterielle Leistungen in Abbildung 3 zusammengeführt. Im Wesentlichen lässt sich der Beschaffungsprozess für Produkte und Dienstleistungen in einen *strategischen* Teil und einen *taktisch-operativen* Teil (hierzu Abschnitt 2.2.2), speziell in die drei Teilphasen *Anbahnung*, *Vereinbarung* und *Abwicklung* einordnen [24, 32].

Mit der graphischen Überdeckung der Beschaffungsprozesse in Abbildung 3 wird der Versuch unternommen, Überlappungen und Divergenzen zwischen der Beschaffung von materiellen und immateriellen Leistungen und die Bedeutung für hybride Leistungsbündel herauszustellen. Hierfür wurden Phasen und Subprozesse aus dokumentierten Beschaffungsprozessen extrahiert, gegenüber gestellt und im Rahmen einer Überdeckungsanalyse auf Divergenzen, Konvergenzen und Vollständigkeit überprüft.

Identifizierte Prozessschritte werden als Ergebnisartefakte direkt aus den in Tabelle 3 identifizierten Beiträgen abgeleitet. Ausgehend von der Abstraktionsebene der strategischen und taktisch-operativen Beschaffung [24,25] findet eine zweistufige Detaillierung über Phasen [23,25,32] hin zu Subprozessen [12,13,19,24,25,27,31,32] als 1:1 Zuordnungsergebnis aus den Literaturquellen statt (hierzu Abbildung 3).

Grundsätzlich ist der Beschaffungsprozess für materielle Leistungen auch auf immaterielle Leistungen anwendbar. Der Beschaffungsprozess von Dienstleistungen unterscheidet sich von den Beschaffungsprozessschritten in Industrie und Handel im Wesentlichen in der Leistungsbeschreibung (Spezifikation) und dem Wareneingang bzw. der Leistungsabnahme [32]. Der Unterschied innerhalb der Spezifikationsphase zwischen materiellen und immateriellen Leistungen kann auf die weitreichende Erfahrung, die methodische Unterstützung und den Standardisierungsgrad in den Ingenieurwissenschaften in Bezug auf materielle Leistungen zurückgeführt werden [9]. Ingegnen fällt vielen Unternehmen die systematische Spezifikation von Dienstleistungen schwer [3]. Während die Abnahme der materiellen Leistung durch den Wareneingang geprüft werden kann, findet die Leistungsabnahme für Dienstleistungsbestandteile erst zum Zeitpunkt der Leistungserbringung statt [12,19,23]. Exemplarisch kann gezeigt werden, dass auch dieser Unterschied beispielsweise vom SCOR-Modell im Zusammenhang nicht abgefangen wird. So kann zum Beispiel eine Dienstleistung nach dem Wareneingang, wie der Empfang von Schulungsleistungen, im SCOR-Modell nicht abgebildet werden [28]. Innerhalb der weiteren Teilprozesse divergiert die Ausrichtung jedoch im Detail gering, wie in Abbildung 3 verdeutlicht. Dafür wurde einerseits der Unterschied im Beschaffungsprozess zwischen Produkten und Dienstleistungen gekennzeichnet und zusätzlich die Bedeutung für hybride Leistungsbündel graphisch hervorgehoben.

Für die Bedarfsermittlung hybrider Leistungsbündel stellt sich der Beschaffungsprozess bereits komplex dar. Die *Bedarfsermittlung* und *Spezifikation* von Sach- und Dienstleistungen entsteht nicht in den Fachabteilungen eines Unternehmens. Grundsätzlich geht der Bedarf vom Kunden aus und kann nicht beispielsweise aufgrund eines Produktionsauftrags in einem Beschaffungsbeleg standardisiert, wie in einer Bestellanforderung in betrieblichen Informationssystemen beschrieben, erfasst werden [32]. Neben der Möglichkeit eine Freitextbeschreibung zu erfassen, bieten Leistungskataloge, als fundamentaler Bestandteil einer E-Procurement-Lösung, Unterstützung für die Bedarfserfassung.

Produktklassifikationen wie UN/SPC (Standard Products and Services Classification)<sup>3</sup> bieten den Vorteil einer globalen Verwendbarkeit bei Materialien und Dienstleistungen. Die Anwendung von Leistungskatalogen für hybride Leistungsbestandteile wird bisher nicht von betrieblichen Informationssystemen in einem Prozessschritt unterstützt.

Bei der *Ermittlung von Bezugsquellen*, speziell der *Lieferantenidentifikation*, *Anfragenstellung*, *Angebotsbewertung*, *Lieferantenauswahl* und *Bestellung* wird von der Grundannahme des Wertschöpfungsnetzwerks ausgegangen. Zur strukturierten Ermittlung geeigneter Lieferanten wird der spezifizierter Bedarf an bestehende und potenzielle Lieferanten an Tier-1 gemeldet, die wiederum in der gleichen Weise *Anfragen* zu Folgebedarfen weitermelden [1].

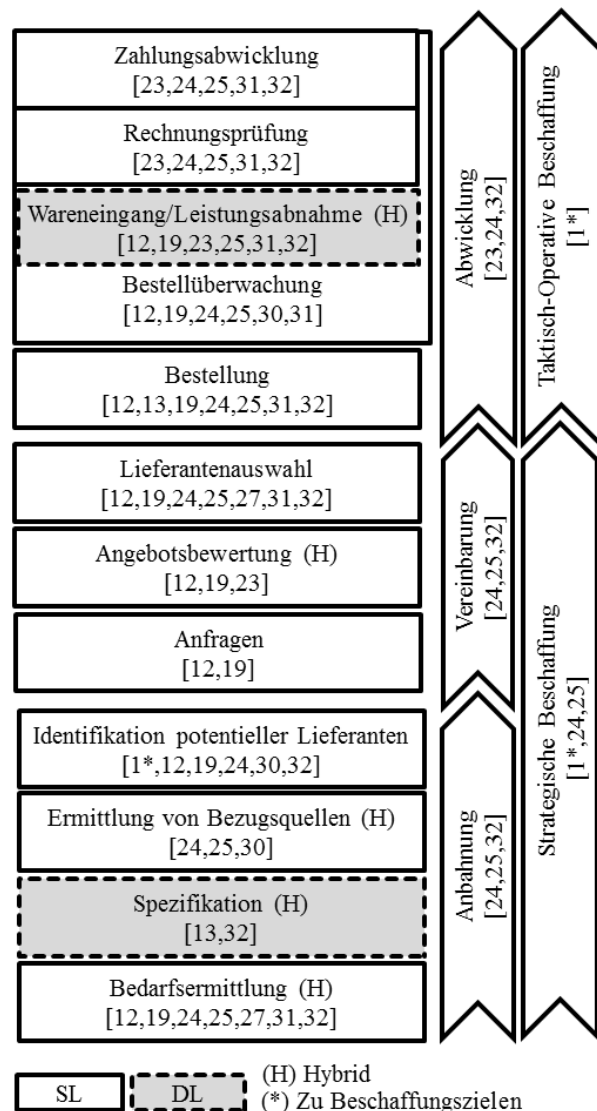


Abbildung 3: Unterschiede im Beschaffungsprozess

<sup>3</sup> www.unspc.org

Im Einkauf werden klassisch materielle und immaterielle Leistungen in getrennten Beschaffungsprozessen mit betrieblichen Informationssystemen erfasst und damit die Leistungsbewertung ebenfalls getrennt durchgeführt. Zur *Bewertung* klassischer materieller Leistungen [12,19] können Qualitätsparameter und Normen herangezogen werden. Hingegen kann die Bewertung von immateriellen Gütern erst nach der *Leistungsabnahme* bewertet werden. Zur Reduzierung des Investitionsrisikos bei der Beschaffung hybrider Leistungsbündel sind Betreiberstrukturen und Service Level Agreements (SLA) möglich [41]. Durch die Kombination verschiedener Leistungsbestandteile steigt an dieser Stelle ein weiteres Mal die Komplexität durch die Hybridität des Leistungsbündels und der an einem Wertschöpfungsnetzwerk beteiligten Unternehmen an.

Die *Bestellüberwachung* materieller Leistungen umfasst die Prozessschritte vom *Wareneingang* bis zur *Zahlungsabwicklung* [24,25]. Damit zielt die Bestellüberwachung auf die Sicherung disponierter Termine ab und gestattet diesbezüglich eine Lieferantenbewertung. Hingegen besteht die Bestellüberwachung in ähnlicher Form für Dienstleistungen durch die *Leistungsabnahme*, und für hybride Leistungsbündel entsprechend den Zeitpunkten der Leistungserbringung.

Bei materiellen Leistungen liegt der Lieferantenbewertung oft ein systematisches Verfahren zugrunde, das neben Konditionen auch Logistikkennzahlen wie die Termintreue oder Qualitätsfaktoren beinhaltet. Andererseits werden Anbieter von Dienstleistungen in der Praxis oft aufgrund von zurückliegenden Erfahrungen und Referenzen, nicht aber auf Basis der Dienstleistungsbeschreibung berücksichtigt [32]. Für hybride Leistungsbündel könnte ein Bezugsrahmen für materielle und immaterielle Leistungsbestandteile Anwendung finden, wobei Teilaspekte der immateriellen Leistung durch den Kunden zu bewerten wären.

Der wesentliche Unterschied und die Komplexität für das Beschaffungsmanagement zwischen den betrachteten Beschaffungsprozessen liegen in der strategischen Beschaffung, speziell in der Anbahnungsphase und damit ausgehend von der Bedarfsermittlung insbesondere in der Leistungsbeschreibung (Spezifikation), der Ermittlung von Bezugsquellen und der Lieferantenidentifikation. Es wird auch ersichtlich, dass die Problembereiche der Dienstleistungsbeschaffung auch für die Beschaffung hybrider Leistungsbündel gelten. Zudem sind Dienstleistungen nicht lagerfähig, was auch eine Auswirkung auf den Prozessschritt der Bedarfsermittlung hat, da bei Dienstleistungen eine klassische Bestandskontrolle wegfällt. Dieser Prozessschritt ist operational und wenig komplex.

Ansätze der elektronischen Beschaffung fokussieren derzeit die Integration von Material- und Informationsströmen. Positive Effekte der Integration von Informationen zu Material- und Dienstleistungsströmen werden bisher vernachlässigt. Zudem werden in bestehenden betrieblichen Informationssystemen materielle und immaterielle Leistungen in verschiedenen Beschaffungsprozessen erfasst. Für die informationssystemgestützte Beschaffung hybrider Leistungsbündel wird im Folgenden ein modifizierter Beschaffungsprozess für hybride Leistungsbündel vorgeschlagen. Gestaltungsperspektiven für eine Prozessintegration werden aufgezeigt.

## 4. MODELLIERUNG DER STRATEGISCHEN BESCHAFFUNG HYBRIDER LEISTUNGSBÜNDEL

Nachdem der Stand der Forschung zu traditionellen Einkaufsprozessen für materielle und immaterielle Leistungen dokumentiert und kritische Prozessschritte, insbesondere für den strategischen Einkauf identifiziert wurden, können nun Gestaltungsempfehlungen für den strategischen Einkauf erarbeitet werden. Dabei konzentriert sich die Untersuchung auf generell als kritisch herausgearbeitete Prozessschritte des strategischen Einkaufs zur Beschaffung hybrider Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken. Dem Ansatz der Beschaffung materieller und immaterieller Leistungen folgend, sind unter der strategischen Beschaffung Aktivitäten zu spezifizieren, die im Verlauf des Einkaufs hybrider Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken die Rationalität vielfältiger Entscheidungen sichern. Bei der Entwicklung eines strategischen Beschaffungsprozesses können traditionelle Beschaffungsprozessschritte dazu beitragen, systematische Gestaltungsempfehlungen unter der Berücksichtigung der Hybridität abzuleiten und diese wiederum in einem erweiterten Beschaffungsprozess abzubilden.

### 4.1 Auswahl und Klassifikation der Prozessschritte

Für die Anwendung von bestehenden Beschaffungsprozessen auf hybride Leistungsbündel konnten insbesondere in der Anbahnungs- und Vereinbarungsphase kritische Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen materiellen und immateriellen Beschaffungsprozessen identifiziert werden. Der erweiterte Prozess greift die Unterschiede für die Beschaffung hybrider Leistungsbündel in Abbildung 4 auf und wird nachfolgend beschrieben.

### 4.2 Modelldarstellung

Zu Beginn des Beschaffungsprozesses steht die individualisierte Anforderungserhebung. Mit zunehmender Hybridisierung in Richtung Dienstleistung ist eine enge Kunden-Lieferanten-Beziehung für ein bestimmtes hybrides Leistungsbündel erforderlich. Ziel einer hohen Interaktion mit dem Kunden ist es, neben den betriebswirtschaftlichen Vorteilen einer engen Kundenbeziehung, den Individualisierungsprozess durch die Erhebung von verlässlichen Daten, Informationen und Wissen über den Kunden zu optimieren. Ergebnis der *Bedarfsermittlung* könnte ein Lastenheft sein, was die Gesamtheit der möglichen Kundenanforderungen beschreibt [18]. Damit ist der Prozessbeginn an der traditionellen Beschaffung angelehnt, jedoch im Umfang von der hybriden Beschaffenheit in Höhe des Dienstleistungsanteils berührt.

Im Rahmen der *Hybridisierung* erfolgt eine Dekomposition, d.h. eine Zerlegung des Bedarfs in materielle, hybride und weitere immaterielle Leistungsbestandteile. Ziel der Hybridisierung ist es, für eine Anwendungsdomäne Leistungsmerkmale systematisch zu identifizieren bzw. unter Berücksichtigung der Regeln für die Konfiguration von Teilleistungen für die Bestimmung von Komponenten in der Konzeptionsphase der Beschaffung zu definieren. Mit der Zuordnung von Leistungen zu Leistungsgruppierungen (-materieller, -hybrider oder immaterieller Art) können systematisch Merkmalsträger identifiziert werden. Die innere Struktur der entstehenden Menge verschiedenartig aufgebauter Artefakte ist nach logischen und inhaltlichen Aspekten für die Konzeption hybrider Leistungsbündel zu beschreiben.



Die *Konzeptionsphase* entspricht der Komposition einzelner Leistungsbestandteile nach Verwendungszwecken. So kann gewährleistet werden, dass ein hybrides Leistungsbündel durch die Wahl von Leistungskomponenten kundenspezifisch entlang der Bedarfsermittlung entwickelt wird. Innerhalb der Konzeptionsphase werden Sach- und Dienstleistungen in Beziehung gebracht. Dabei ist es erforderlich, Sach- und Dienstleistungsbestandteile differenziert zu betrachten, da bei der Erstellung von Dienstleistungen der Kunde vermehrt gegenüber Sachleistungen einzubringen ist [38]. Zugleich wirkt die zunehmend individuelle Leistungserstellung auf die Struktur und Organisation des Wertschöpfungsnetzwerks [7]. Während bei einem festgelegten Produktionsprogramm Vorleistungen frühzeitig geplant und beschafft werden können, führt eine zunehmende Integration des Kunden in das Wertschöpfungsnetzwerk zu einer schwierigen Planbarkeit von Bedarfen. Die Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken kann als Hauptaufgabe zur Beherrschung des Spannungsfeldes zwischen Flexibilität gegenüber dem Kunden und der Stabilität im Wertschöpfungsnetzwerk benannt werden. Der Prozess der Leistungserbringung gegenüber dem Kunden sowie die strukturelle und organisatorische Leistungserbringung sind deshalb typischerweise zwischen Sach- und Dienstleistungsbestandteilen für Wertschöpfungsnetzwerke getrennt zu betrachten. Modellierungstechniken zur Beschreibung hybrider Leistungsbündel, wie sie seit langem bei der Entwicklung von materiellen Produkten bekannt sind, können den Prozess unterstützen. Zur Übertragung der Prinzipien auf die Modellierung hybrider Leistungsbündel sind in jüngerer Vergangenheit vermehrt Modellierungsansätze vorgeschlagen worden [9].

Innerhalb der *Spezifikation* werden Leistungen formalisiert beschrieben. Das damit verbundene Ziel ist eine vollständige, widerspruchsfreie und eindeutige Beschreibung der Außensicht inhärenter Leistungsmerkmale. Das Pflichtenheft umfasst lieferanten-seitig sämtliche Kundenanforderungen auf Komponentenebene. Daran kann der Auftragnehmer im Liefernetz die identifizierten Anforderungen ausschreiben und dem Kunden ein hybrides Leis-

tungsbündel gemäß der Anfrage anbieten. Dabei ist zu beachten, dass hybride Leistungsbündel in allen Phasen des Lebenszyklus einer Sachleistung auftreten können. Somit wirkt die Spezifikation operativ auf die Bestellüberwachung und insbesondere auf die Leistungsabnahme. Umgekehrt kann der Anbieter auf Basis der Kompositions- und Spezifikationsschritte den Bedarf für eine zielgerichtete hybride Wertschöpfung im Netzwerk nachfragen. Der Bedarf kann sowohl aufeinander abgestimmte Sachleistungsbestandteile als auch Dienstleistungsbestandteile des Leistungsbündels umfassen. Darüber hinaus können Lieferanten auch für hybride Teilkomponenten im Netzwerk ermittelt werden. Dabei werden diese Komponenten und Teilkomponenten nach Verwendungszweck harmonisiert. Auf der Grundlage der Hybridisierung ist eine Mehrfachverwendung von Ergebnisartefakten der Dekomposition innerhalb der Konzeption möglich.

Angeborene Spezifikationsbestandteile lassen sich im Schritt der *Leistungsbündelung* kompensieren. Leistungsbündelung heißt also, dass die zu beschaffenden, spezifizierten Komponenten zu einem hybriden Leistungsbündel zusammengefasst werden. Den Kunden kommt dabei eine besondere Rolle zu. Dadurch, dass die nachgefragte Leistung zu verschiedenen Zeitpunkten im Lebenszyklus eines hybriden Leistungsbündels nachgefragt wird, endet der Auftrag mit der Außerbetriebnahme. Dabei wird auch deutlich, dass Lieferanten innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks sowohl materielle, immaterielle als auch hybride Komponenten zur Leistungserstellung gegenüber dem Kunden beitragen können. Während die unterschiedenen Leistungsbestandteile für den Kunden intransparent bleiben, werden verschiedene Leistungserbringer vom Kunden wahrgenommen. Bei der Identifikation von strategischen Lieferpartnern innerhalb eines dynamischen Wertschöpfungsnetzwerks ist der Bedarf an Leistungen an bestehende und potenzielle Lieferanten an Tier-1 zu melden. Entsprechend der eigenen Bedarfe melden infolge Lieferanten auf Tier-1 wiederum Bedarfe an Vorlieferanten. In umgekehrter Form werden die angefragten Informationen zurückgereicht, aggregiert und im Wert-

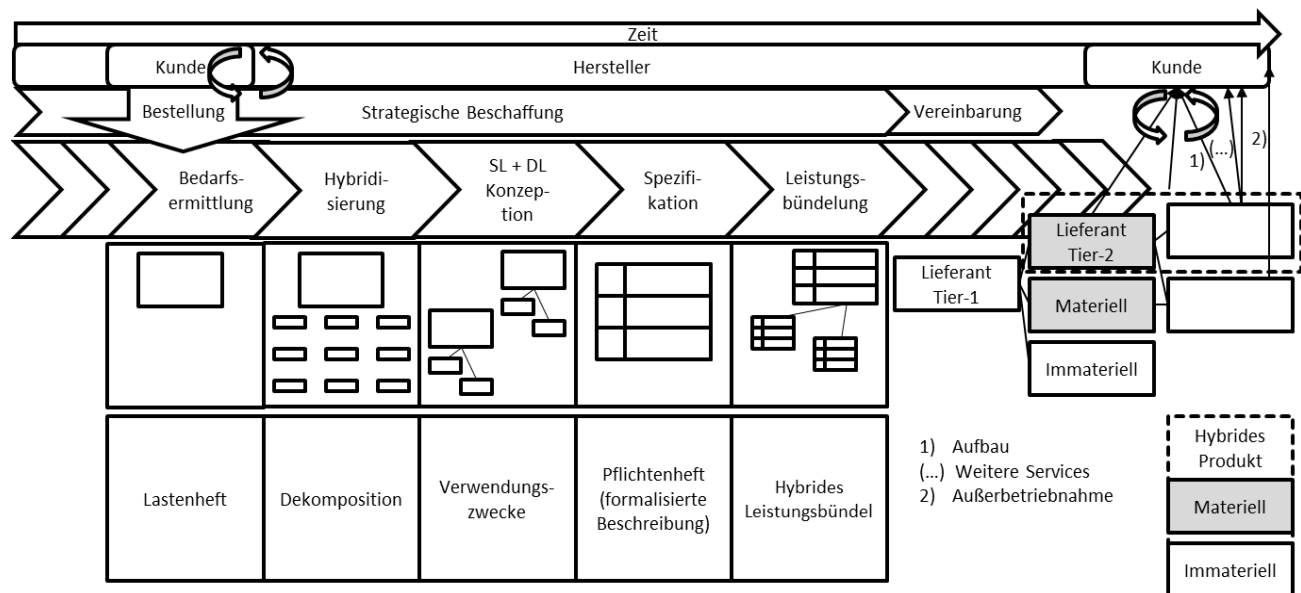


Abbildung 4: Strategische Beschaffung hybrider Leistungsbündel



schöpfungsnetzwerke als Ganzes abgebildet. Damit trägt das Wertschöpfungsnetzwerk als Ganzes zur Erstellung des hybriden Leistungsbündels bei.

Auf Details der Auswahlentscheidung für Unternehmen in Wertschöpfungsnetzwerken und die Abwicklungsphase soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden, wenngleich die klassischen Prozessschritte der Vereinbarungs- und Abwicklungsphase im Wesentlichen auf die hybride Wertschöpfung, wie in Abschnitt 3.2 gezeigt, anzuwenden sind.

Auf Basis der identifizierten Leistungsbündel werden Möglichkeiten für eine Regelbasis geboten. Konfigurierbare Referenzmodelle enthalten eine Regelbasis in der beschrieben wird, wie sich aus einem Ausgangsmodell Modellvarianten abbilden lassen [9,11]. Wiederholte Kundenanfragen könnten demnach vom Kunden auf Basis des identifizierten Leistungsbündels im weiteren Verlauf als Untermenge des ursprünglichen Ausgangsmodells vom Kunden regelbasiert konfiguriert werden [10]. Damit lassen sich aus dem spezifischen Anwendungskontext des Kunden konfigurierbare Modellvarianten ableiten.

Nachfolgend ist zu prüfen, inwieweit diese gestaltungsorientierten Anforderungsparadigmen exemplarisch an einem Beispiel aus der Praxis bereits abgedeckt werden.

### 4.3 Exemplarische Anwendung des Modells

Zur Plausibilisierung des vorgeschlagenen Modells werden die Gestaltungsperspektiven in einem speziellen Anwendungsfall aufgegriffen und durchgeführt. Der Anwendungsfall ist typisch für die Beschaffungsproblematik hybrider Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken und soll demnach als ein Klasse von Beschaffungsproblematiken die Anwendung des Modells verdeutlichen.

Der betrachtete Anwendungsfall ist das Angebot eines Anbieters von Informationstechnologien, der seinen Kunden das folgende hybride Angebot macht: das Angebot ist ein betrieblicher IT-Arbeitsplatz, der als Standardarbeitsplatz für die gängigen Tätigkeiten genutzt werden kann, die durch IT-Unterstützung optimiert werden können. Zum Umfang dieses IT-Arbeitsplatzes gehört die Hardware (PC, Tastatur, Maus), diverse Softwarepakete, die auf diesem PC installiert sind, dazu eine Internetverbindung. Weiterhin wird ein Customer Relationship Management System (CRM-System) als Dienst über das Internet bezogen und es besteht eine Anbindung an einen digitalen Marktplatz zur Beschaffung von Büromaterial. Zusätzlich wird in das Angebot die Installation des Arbeitsplatzes und die Einweisung des betreffenden Mitarbeiters als Service angeboten, weiterführende Schulungen zu den genutzten Software-Programmen und die Lizenzen, um die Programme verwenden zu dürfen. Abschließend gibt es eine Service-Level-Vereinbarung (SLA), die die Möglichkeit vorsieht, dass der Anwender bei Problemen entweder auf eine Hotline zurückgreifen kann oder auf einen Vor-Ort-Service. Dieses Angebot wird als hybrides Leistungsbündel mit dem Kunden abgestimmt und vertrieben.

Legt man während der Phase *Bedarfsermittlung* die Annahme zugrunde, dass der Anbieter des hybriden Leistungsbündels ein Anbieter von Hardware war, der nun durch die Ergänzung von Software- und Dienstleistungskomponenten sein Angebot erweitert, lässt sich der Bedarf des Kunden nach Komponenten in „eigene Herstellung“ und „Beschaffungsbedarf“ ableiten (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Beschaffungsbedarf**

Beschaffungsbedarf	Komponenten
Eigene Herstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PC</li> <li>- Tastatur</li> <li>- Maus</li> </ul>
Beschaffungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zu installierende Softwarepakete</li> <li>- Internetverbindung</li> <li>- CRM-System</li> <li>- Anbindung digitaler Marktplatz</li> <li>- Arbeitsplatzinstallation</li> <li>- Mitarbeitereinweisung</li> <li>- Weiterführende Schulungen</li> <li>- Softwarelizenzen</li> <li>- Service-Level-Vereinbarung</li> </ul>

Während der *Hybridisierungsphase* wird nun der Beschaffungsbedarf in die einzelnen Komponenten und Teilkomponenten zerlegt. Hierbei wird je nach Ausprägung der Hybridität der Komponenten eine Einteilung nach tangiblen, hybriden und intangiblen Komponenten vorgenommen (Tabelle 4). Dabei ist eine trennscharfe Unterteilung nicht immer möglich, womit Einzelentscheidungen für bestimmte Komponenten auf Basis der Zuliefererentscheidung zu treffen sind.

**Tabelle 4: Hybridisierung des Beschaffungsbedarfs**

Hybridität	Komponenten
Tangible Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zu installierende Softwarepakete</li> </ul>
Hybride Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Internetverbindung</li> <li>- Arbeitsplatzinstallation</li> <li>- Mitarbeitereinweisung</li> <li>- Weiterführende Schulungen</li> <li>- Service-Level-Vereinbarung</li> </ul>
Intangible Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CRM-System</li> <li>- Anbindung digitaler Marktplatz</li> <li>- Softwarelizenzen</li> </ul>

In der Phase der Sach- und Dienstleistungskonzeption werden nun die hybriden Komponenten einer gesonderten Betrachtung in Sachleistungsanteile und Dienstleistungsanteile unterzogen. Basierend auf dieser Betrachtung wird eine Konzeption der Einzelbestandteile für einen gemeinsamen Verwendungszweck durchgeführt (Tabelle 5).

**Tabelle 5: Konzeption des hybriden Beschaffungsbedarfs**

Komponente	SL	DL	Verwendungszweck
Internetverbindung	Ja	Ja	Online-Dienste
Arbeitsplatzinstallation	Nein	Ja	Vor-Ort-Dienste
Mitarbeitereinweisung	Nein	Ja	Vor-Ort-Dienste
Weiterführende Schulungen	Ja	Ja	Vor-Ort-Dienste
Service-Level-Vereinbarung	Nein	Ja	Service-Level

In der Phase der *Spezifikation* wird nun der Beschaffungsbedarf formalisiert und zur Beschaffung ausgeschrieben. Die ausschließlich tangiblen Komponenten sind hierbei klar zu spezifizieren

gemäß den klassischen Spezifikationsverfahren zur Beschaffung von Sachgütern. Die ausschließlich intangiblen Komponenten sind ebenfalls klar zu spezifizieren. Dies erfolgt gemäß den klassischen Spezifikationsverfahren zur Beschaffung von Dienstleistungen. Die hybriden Komponenten sind nur im Rahmen einer Interaktion mit dem jeweiligen Kunden zu spezifizieren und in Form eines Pflichtenheftes zu dokumentieren und zur Beschaffung auszusprechen. Alle zu beschaffenden Komponenten werden auf Basis dieser Spezifikation im Wertschöpfungsnetzwerk zur Beschaffung ausgeschrieben.

In der Phase der *Leistungsbündelung* werden nun die Angebote, die auf Basis der Ausschreibungen der Komponenten im Wertschöpfungsnetzwerk erfolgt sind, geprüft, abgeschlossen und gebündelt. Diese Bündelung wird dann zusammen mit den eigenen Produktanteilen des Herstellers das hybride Leistungsbündel, das für den Kunden erbracht wird. Die Leistungsbündelung hängt nun von der Heterogenität der Lieferanten ab, d.h. ob Lieferanten in der Lage sind, mehrere Komponenten abzudecken, ob es eine Vielzahl von Lieferanten gibt und ob Lieferanten wiederum Sublieferanten in Anspruch nehmen, um diese Leistungen zu erbringen.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Ziel dieses Beitrags war die prozessgetriebene Feststellung von Handlungsempfehlungen für hybride Leistungsbündel im Beschaffungsmanagement, die in Form eines Werternetzes beschafft werden. Hierzu wurden bestehende Beschaffungsprozesse analysiert und auf ihre Kompatibilität mit den Anforderungen hybrider Leistungsbündel überprüft. Auf Basis dieser Analysen wurde ein Gestaltungsvorschlag zur Beschaffung hybrider Leistungsbündel modelliert, der fünf strategische Beschaffungsprozessschritte als Gestaltungsvorschlag für die elektronische Beschaffung in Wertnetzen vorsieht. Anhand eines Anwendungsfalls wurde die Tauglichkeit des neuen Prozesses demonstriert.

Die Integration logistischer Überlegungen zu Beschaffungsprozessen für hybride Leistungsbündel birgt erhebliche Vorteile gegenüber traditionellen Beschaffungsprozessen und kann im eProcurement mehr als Transaktionskosten senken. Der hier vorgestellte Gestaltungsvorschlag stellt einen Ausweg gerade für jene Branchen dar, die bisher Schwierigkeiten mit der Verknüpfung von Produkt- und Dienstleistungsbestandteilen hatten, und ermöglicht durch einen strategischen Beschaffungsansatz die Ausnutzung von Bündelungseffekten zur Gestaltung hybrider Leistungsanteile. Derartige Gestaltungsvorschläge sind in vielen Szenarien der fehlende Baustein zu nahtlosen elektronischen Beschaffungsprozessen.

Damit bietet der Gestaltungsvorschlag Unternehmen die Grundlage für Prozessanpassungen für die Beschaffung in Wertschöpfungsnetzwerken zur Abbildung hybrider Leistungsbündel und kann helfen, Anwendungen entsprechend des unternehmerischen und marktlichen Wandels anzupassen.

Hinsichtlich der aktuellen und zukünftigen Forschung bleibt zu untersuchen, inwieweit abgeleitete Beschaffungsanforderungen von betrieblichen Informationssystemen unterstützt werden. Hierzu bietet sich beispielsweise eine Studie aktueller ERP-Systeme mit Beschaffungsfunktionen an, inwieweit diese in der Lage sind, den hier erfolgten Gestaltungsvorschlag umzusetzen. Ferner bedarf es aufbauend auf den hier konzipierten Gestaltungsvorschlag geeignete hybride Leistungsbündel genauer zu spezifizieren und

auf ihre Realisierbarkeit, Relevanz und Akzeptanz hin empirisch zu untersuchen.

## 6. LITERATUR

- [1] Albani, A., Keiblinger, A. u. a. 2003. Komponentenmodell für die Strategische Lieferkettenentwicklung. In *Wirtschaftsinformatik Proceedings* (2003), 61-80.
- [2] Alt, R. und Puschmann, T. 2005. Successful use of e-procurement in supply chains. In *Supply Chain Management: An International Journal*. 10, 2 (2005), 122-33.
- [3] Backhaus, K., Frohs, M. u. a. 2007. Produktbegleitende Dienstleistungen zwischen Anspruch und Wirklichkeit - 10 Thesen aus einer Pilotuntersuchung bei Maschinenbau-Anbietern. ServPay Arbeitspapier Nr. 2. (2007)
- [4] Baldi, S. und Borgman, H.P. 2001. Betreiberstrukturen von Elektronischen B2B-Marktplätzen – Eine Fallstudie in der Automobilindustrie. *Wirtschaftsinformatik*. 43, 6 (2001), 543-553.
- [5] Bause, F. und Kaczmarek, M. 2001. Modellierung und Analyse von Supply Chains. *Wirtschaftsinformatik*. 43, 6 (2001), 569-578.
- [6] Becker, J., Beverungen, D. u. a. 2008. Reference Models and Modeling Languages for Product-Service Systems-Status-Quo and Perspectives for Further Research. In *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-41)*. Waikoloa, Big Island, Hawaii (2008), 1-10.
- [7] Becker, J., Beverungen, D. u. a. 2008. Wertschöpfungsnetzwerke von Produzenten und Dienstleistern als Option zur Organisation der Erstellung hybrider Leistungsbündel. *Wertschöpfungsnetzwerke*. Knackstedt und D. Pfeiffer, Hrsg. Springer. 3-31.
- [8] Becker, J., Janiesch, C. u. a. 2006. Evolutionary method engineering: towards a method for the analysis and conception of management information systems. *Proceedings of the 12th Americas Conference on Information Systems* (2006), 3922-3922.
- [9] Becker, J., Beverungen, D. u. a. 2008. Konzeption einer Modellierungssprache zur tool-unterstützten Modellierung, Konfiguration und Bewertung hybrider Leistungsbündel. In *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. Munich* (2008), 45-62
- [10] Becker, J. und Delfmann, P. Hrsg. 2007. *Reference Modeling*. Physica-Verlag HD.
- [11] Beverungen, D., Kaiser, U. u. a. 2008. Konfigurative Prozessmodellierung der hybriden Leistungserstellung in Unternehmensnetzwerken des Maschinen- und Anlagenbaus. In *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. Munich* (2008), 1-13.
- [12] Bogaschewsky, R. 1999. Electronic Procurement - Neue Wege in der Beschaffung. *Elektronischer Einkauf - Erfolgspotentiale, Praxisanwendungen, Sicherheits- und Rechtsfragen*. Dt. Betriebswirte-Verlag. 13-40.
- [13] Buchwalter, J., Brenner, W. u. a. 2002. Referenzprozesse für elektronische Ausschreibungen aus Sicht des industriellen Einkaufs. *Wirtschaftsinformatik*. 44, 4 (2002), 345-355.

- [14] Burr, W. 2002. Service Engineering bei technischen Dienstleistungen. Eine ökonomische Analyse der Modularisierung, Leistungstiefengestaltung und Systembündelung. Deutscher Universitäts-Verlag.
- [15] Carr, A.S. und Smeltzer, L.R. 1999. The relationship of strategic purchasing to supply chain management. In *European Journal of Purchasing & Supply Management*. 5, (1999), 43-51.
- [16] Corsten, H. und Gössinger, R. 2001. *Einführung in das Supply Chain Management*. Oldenbourg Wissensch.Vlg.
- [17] Crawford, C.H., Bate, G.P. u. a. 2005. Toward an on demand service-oriented architecture. *IBM Syst. J.* 44, 1 (2005), 81-107.
- [18] DIN 2009. Fachgruppe der Deutschen Gesellschaft für Projektmanagement e.V. (GPM) zur DIN 69901.
- [19] Eichler, B. 2002. *Beschaffungsmarketing und -logistik - Strategische Tendenzen der Beschaffung. Prozessphasen und Methoden Organisation und Controlling*. NWB Verlag.
- [20] Eyholzer, K., Kuhlmann, W. u. a. 2002. Wirtschaftlichkeitsaspekte eines partnerschaftlichen Lieferantenmanagements. In *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*. 39, 228 (2002), 66-76.
- [21] Fettke, P. 2007. *Reference Modeling for Business Systems Analysis*. Idea Group Pub (E).
- [22] Große-Wilde, J. 2004. SRM – Supplier-Relationship-Management. *Wirtschaftsinformatik*. 46, 1 (2004), 61-63.
- [23] Grundprozeß bei der Beschaffung von Dienstleistungen. [http://help.sap.com/saphelp\\_45b/helpdata/de/c3/72cbb055cd11d189660000e8323c4f/content.htm](http://help.sap.com/saphelp_45b/helpdata/de/c3/72cbb055cd11d189660000e8323c4f/content.htm). Accessed: 12-28-2010.
- [24] Hartmann, D. 1999. Wettbewerbsvorteile durch Electronic Procurement. *Elektronischer Einkauf - Erfolgspotentiale, Praxisanwendungen, Sicherheits- und Rechtsfragen*.
- [25] Held, T. 2003. *Integration virtueller Marktplätze in die Beschaffung*. DUV.
- [26] Hirschheim, R., Klein, H.K. u. a. 1995. *Information Systems Development and Data Modeling: Conceptual and Philosophical Foundations*. Cambridge University Press.
- [27] ITIL.org - ITIL. <http://www.itil.org/en/vomkennen/itil/index.php>. Accessed: 12-28-2010.
- [28] Knackstedt, R., Stein, A. u. a. 2009. Modellierung integrierter Produktion und Dienstleistung mit dem SCOR-Modell - bestehende Ansätze und Entwicklungsperspektiven. In *Proceedings Wirtschaftsinformatik* (2009), 119-128.
- [29] Knackstedt, R., Pöppelbuß, J. u. a. 2008. Integration von Sach- und Dienstleistungen – Ausgewählte Internetquellen zur hybriden Wertschöpfung. *Wirtschaftsinformatik*. 50, 3 (2008), 235-247.
- [30] Koppelman, U. 2000. *Beschaffungsmarketing*. Springer.
- [31] Loos, P. und Theling, T. 2002. Integrationsmöglichkeiten von E-Procurement-Systemen in inner- und überbetrieblichen Systemen. *E-Business - Integration industrieller ERP-Architekturen*. (2002), 73-84.
- [32] Münger, T. und Eggel, S. 2007. Elektronische Beschaffung von Dienstleistungen. *Supply Chain Management*. (2007), 16-17.
- [33] Peffers, K., Tuunanen, T. u. a. 2008. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *J. Manage. Inf. Syst.* 24, 3 (2008), 45-77.
- [34] Pibernik, R. Flexibilitätsplanung in Wertschöpfungsnetzen. In *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*. 71, 8, 893-913.
- [35] Riemer, K. und Klein, S. Supplier Relationship Management - Supplier Relations im Rahmen des Partner Relationship Managements. In *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*. 39, 228, 5-22.
- [36] Rosemann, M. 1996. Multiperspektivische Informationsmodellierung auf der Basis der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In *Management & Computer*. 4, 4 (1996), 219-226.
- [37] Schrader, U. und Hennig-Thurau, T. 2009. VHB-JOURQUAL2: Method, Results, and Implications of the German Academic Association for Business Research's Journal Ranking. In *BuR – Business Research*. 2, 2 (2009), 180-204.
- [38] Schuh, G., Lenders, M. u. a. 2008. Preisfindungsprozess für Leistungssysteme im Maschinen- und Anlagenbau. In *Controlling*. 20, 8-9 (2008).
- [39] Supply Chain Council. <http://supply-chain.org/>. Accessed: 07-28-2010.
- [40] Thonemann, U., Behrenbeck, K. u. a. 2005. *Supply Chain Excellence im Handel*. Gabler.
- [41] Walter, P., Blinn, N. u. a. 2010. IT-gestützte Wertschöpfungspartnerschaften zur Integration von Produktion und Dienstleistung im Maschinen- und Anlagenbau. *Proceedings Wirtschaftsinformatik* (Wien, 2010), 389-398.
- [42] WI-Association 2008. WI-Orientierungslisten. *Wirtschaftsinformatik*. 50, 2 (2008), 155-163.
- [43] Zweck, A., Bienzeisler, B. u. a. 2008. Hybride Wertschöpfung. Statusbericht aktueller Förderungsvorhaben. Technical Report #78. Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH.

# Towards an Artifact Model for Requirements to IT-enabled Product Service Systems

Marina Berkovich  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
Technische Universität München  
Boltzmannstr.3  
85748 Garching  
berkovic@in.tum.de

Sebastian Esch  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
Technische Universität München  
Boltzmannstr.3  
85748 Garching  
esch@in.tum.de

Christian Mauro  
Lehrstuhl für  
Wirtschaftsinformatik  
Technische Universität München  
Boltzmannstr.3  
85748 Garching  
mauro@in.tum.de

Jan Marco Leimeister  
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik  
Universität Kassel  
Nora-Platiel-Str. 4  
34127 Kassel  
leimeister@uni-kassel.de

Helmut Krcmar  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
Technische Universität München  
Boltzmannstr.3  
85748 Garching  
krcmar@in.tum.de

## ABSTRACT

The development of IT-enabled product service systems (PSS) – a combination of physical technological elements (products) and service elements – poses various challenges because of their complexity and the involvement of multiple domains. Classical requirements engineering (RE) addresses these problems only insufficiently. This paper proposes an artifact model for the requirements to PSS, which helps in overcoming these problems. The results generated by RE or the development activities are called artifacts. The artifact model defines different types of artifacts and their interrelations. This provides a structure which facilitates the handling of a large number of requirements. The applicability of the presented artifact model is demonstrated in an example where the artifact model is applied to a real-life product. We show that the requirements can be modeled using the artifact model, and that common problems of RE can be avoided in this way.

## Keywords

Product Service Systems, PSS, Hybrid Products, Requirements Engineering, Artifact Model

## 1. INTRODUCTION

Requirements Engineering (RE) has the task of determining correct and complete requirements [10]. RE plays an important but crucial role in the development process [10]. A poor execution of requirements engineering often results in project failures [10]. Also, defects in the product whose correction in late phases is cost-intensive are the result of poor RE [29].

Many approaches and techniques are proposed for RE in the literature. Nevertheless, RE still faces major challenges, the first of which is the communication between the participants involved in the development [11]. Especially in the development of PSS, there are different fields, ranging from marketing experts to developers, with different backgrounds and interests in the product. A common method for enhancing communication is through a medium, called artifact [12].

A second challenge in RE is the variety and complexity of the requirements resulting in difficulties structuring them [10, 11]. Stakeholders express their requirements on rather different abstraction levels. Managers, for example, think in terms of business goals and overall needs that the product has to satisfy, while operators and developers have a rather technical view, and express very concrete requirements. It is the task of RE to find the rationale for each concrete requirement by establishing a link to a higher level requirement. At the same time, the high level requirements have to be concretized to be realizable during the development [26]. Knowing the interconnections between high and low level requirements is necessary to assure the impact analyses of changes and the proper decision taking [2].

A third challenge in RE is the conceptual gap between requirements and design. RE has to support the transformation of the requirements into the design of the product [26]. This involves the so-called “translation” of the initial requirements into the “language of the developer” and the test that all requirements are correctly understood [19].

These aspects of requirements engineering are especially important for complex and innovative products consisting of a high number of sub-components with a high level of technological integration. Product Service Systems (PSS) – also called hybrid product – consist of integrated bundles of physical technological components (referred to as tangible products), and intangible services [36]. By introducing PSS, companies are changing their strategy from being “product-centric” to “customer-centric” [14], i.e., they do not offer products or services, but offer solutions to customers’ problems [36].

*A simple example of a customer’s problem is that the customer wants a constant room temperature of 21°C. He is interested in acquiring a solution for this problem as a whole, not on acquiring the single components that are necessary, such as radiator, control-software and services, e.g., maintenance [6].*

The three challenges of RE mentioned above are especially important in the context of PSS [35]: (1) communication: achieving a correct and comprehensive understanding of the requirements by all domains, (2) structuring: a consistent and complete concretization and partitioning of the requirements according to the domains, and (3) an integration of the RE into the conceptual design.

This paper proposes an artifact model that addresses these issues. An artifact model provides a classification scheme for requirements and allows a problem-oriented distinction between different requirement categories [15]. It enables the stepwise concretization of the requirements in accordance with the progress of the development process and the RE. The artifact model is also a communication medium, and enhances the communication between the domains involved in the development process of PSS [12, 15]. The artifact model presented here is based on the characteristics of PSS, as well as on the insights of the role of RE in the lifecycle of PSS. The artifact model is illustrated by an example in order to demonstrate its applicability. While in this paper we focus mostly on the artifacts, the methods used to generate the artifacts and the process of applying them are mentioned only briefly.

The research presented was aligned according to design science and is explained using the guidelines of Hevner et al. [17]. The understanding of the **Problem Relevance** was done through a literature review [3, 6] and an empirical study [5]. This work resulted in a framework [4], defining that an essential part of an RE model for PSS is an artifact model, used to structure the requirements to PSS. According to the principle of **Design as a Search Process**, we regarded existing artifact models and similar concepts in our research as a background for the design of an artifact model for PSS. The principle of **Design as an Artifact** requires the result of the research to be an artifact. In our case, the developed artifact model for PSS is the artifact of our research. According to the principle of **Design Evaluation**, the artifact has to be evaluated in order to show its utility. We evaluated the artifact model by applying it to an example of real-world PSS.

## 2. THE ROLE OF RE IN THE DEVELOPMENT OF PSS

In the center of PSS is the idea of increasing customer satisfaction and thus generating competitive advantages [3, 7], by providing an individualized solution to the customer’s problem [32]. Thus, it is important to elicit and understand the customer’s requirements completely. Furthermore, the PSS is integrated both technically and organizationally into the value creation processes of the customer [14], making it necessary to understand it and derive requirements from it.

PSS integrate different components such as tangible products and services so that they are not visible to the customer particularly, but are evident as a solution [23]. A product may be hardware, software, or a combination of both hardware and software [3, 8]. The different components of the PSS are developed by product, software, and service engineering, which have different backgrounds and different understandings of the development process and requirements engineering. The domains have to be able to handle the requirements to PSS as a whole and the different components of PSS in a coordinated and complementary manner. Another aspect is modularization, meaning the fractioning of the PSS in disjunctive packages that are loosely coupled. Single modules can be standardized and reused in different PSS [8].

The lifecycle of PSS is characterized by many interdisciplinary tasks. It consists of the following phases [37]: **(1) product development**: The development phase is divided into three tasks: (a) task clarification (b) product conception and (c) development-specific component design [35]. In the first task the main parts of RE are taking place: the customer’s problem is clarified and defined, and the requirements are elicited and analyzed. In this task a first decomposition of the product into tangible and intangible components is done and the requirements are partitioned accordingly. Then, in the second task, detailed function structures of the product are defined, which describe the functionality of the product. The functions are decided upon by the domain in which they are realized. Again, the requirements are partitioned according to the functions. In the third task, the single domains develop their part of the product. **(2) product marketing** and **(3) after-sales**: During these phases the requirements can change. The changes and the traceability information of changes have to be documented by the RE.

As indicated in the paragraph above, the analysis of the requirements – including their concretization and partitioning – is especially challenging for PSS. In parallel to the RE process, a conceptual and logical design of the product has to be developed [10]. This design is used to structure the requirements in a form so that they can be delivered to the development.

## 3. RELATED WORK

Based on an empirical study and literature reviews [3, 5, 6], we concluded that in the literature, the development of PSS (e.g. described in [23]) and also the RE are mostly elaborated upon separately. In RE no integrated handling of requirements for both products and services is present (cp. [3]).

Regarding artifact models, some related work can be found. The Requirements Abstraction Model (RAM) of Gorschek and Wohlin [16] is one of the first approaches that introduces abstraction levels for requirements. In RAM the requirements are concretized starting from high levels of abstraction to lower levels. On the higher levels the requirements are given in an abstract way, loosely defining what the product is expected to do. On the lower abstraction levels, using information of the concurrently conducted development steps, the requirements are defined in greater detail. RAM is limited to software requirements only and provides no further classification possibilities for requirements. Another artifact model is the Requirements Engineering Reference Model (REM) of Geisberger et al. [15]. The basis of their method is an artifact model that defines different classes of requirements on three abstraction levels. REM clearly focuses on software requirements for embedded systems where the hardware is already given. A third artifact model based approach is COSMOD-RE of Pohl and Sikora [30]. It is a method supporting RE in the hardware/software co-design. It distinguishes between requirement artifacts and development artifacts. The method realizes a concretization of requirements alongside the development process whereby a consolidation between the requirements and development artifacts takes place. They describe that it is important to align the requirements within the first development steps. The reviewed approaches are applied to software if hardware is given. They do not consider special topics that are important for PSS as modularization, interdisciplinarity, service requirements and hardware requirements if hardware is to be developed also.

In RE and software engineering there are many process models, e.g. [34] or V-model, but it is widely recognized that only describing the process is not sufficient. By emphasizing the results – i.e. artifacts – instead of prescribing a process, domain-specific methods for producing artifacts can be used without taking the variability of processes into account [25]. By clearly defining the artifacts to be produced, each domain involved in the PSS’ development can use its special techniques or notations to develop the artifacts in a domain-specific manner. The inter-domain communication is assured by interchanging the artifact between the domains. This way, the artifacts are the basis for the inter-domain communication [21]. Because the goal of a process is always to create a result in some form, the description of the envisioned results in form of artifacts, enables the participants to focus on “what can be done”, instead on “what should be done”. Furthermore, precise completeness and consistency rules can be specified on artifacts easily [25].

#### 4. REQUIREMENTS FOR AN ARTIFACT MODEL

The characteristics of PSS and the role of the RE in the lifecycle of PSS have shown that a special approach to RE for PSS is needed. In order to develop an artifact model for PSS, requirements for the model are needed. We define an **artifact** within an artifact model as a quantified information unit created or used in a development task [9]. It is a result of a development or RE activity [2]. An **artifact** bundles requirements or development information that have similar

characteristics and belong to the same level of abstraction. Based on the characteristics of PSS (section 2) and the RE framework for PSS [4], the following requirements were derived.

1. **The artifact model should handle the requirements for a PSS as a whole.** PSS consist of multiple components which are not easily distinguishable. It is important to handle the requirements in an integrated manner for the whole solution [35]. The integrated handling of requirements must encompass all activities of RE, including those during the development. The artifact model must be capable of being integrated into the development.
2. **The artifact model should integrate the views of different domains.** The domains involved in the development of PSS often have different methodologies, perceptions of requirements, and understanding of the role of RE [5, 18]. It is important to handle the requirements and constraints in mutual coordination. The artifact model has to support the interdisciplinary handling of requirements and the different domain views of RE. Hence, the system behavior and the properties of the system have to be described in a form that is easily comprehensible for all involved participants.
3. **The artifact model should concretize the requirements and assign them to individual domains.** The requirements for single components of PSS have to be assigned to the responsible domains (product, software and service engineering) and to be realized using appropriate development methodologies. The development processes of the single domains take place simultaneously and in coordination [35]. The artifact model has to support this development principle by concretizing the requirements across multiple abstraction levels, as well as by assigning them to the domains and defining the interfaces necessary for the inter-domain work.
4. **The artifact model should describe relations between requirements both within one domain and between different domains.** The material and immaterial components of PSS are strongly interrelated and are hardly divisible [35]. In a holistic development approach, the interrelations between requirements must be handled independently of the domains. The artifact model must assure that the interrelations can be traced by assigning information to each artifact that describes the relationships.
5. **The artifact model should support the change management by tracing relationships.** During the development, requirements can change [34]. These changes may have effects on other requirements and on components of the system. The artifact model should realize traceability by setting the requirements in relation to each other.
6. **The artifact model should be flexible, i.e., adaptable to individual needs.** The artifact model should concretize the requirements through different levels of abstraction (proposed by [16]). Dependent on the type of PSS (whether it consists of hardware, software, services, or only two parts

of them), the needed elements have to be selected, and the necessary relations between them need to be defined.

7. **The artifact model should support module building.** PSS are structured into modules in order to enable the standardization of single parts of them [8]. The artifact model should be able to support the generation of modules.

## 5. AN ARTIFACT MODEL FOR REQUIREMENTS FOR A PSS

Berkovich et al. [4] are convinced that a comprehensive RE model should consist not only of a process definition and a set of techniques, but also of an artifact model. An **artifact model** provides a way of structuring and detailing the requirements step-by-step so that they can be realized by the involved domains. The development process of PSS is unique because of developing an individual solution for the customer – a solution that solves a customer’s problem and integrates the elements developed by different domains. Since PSS promote an integrated and concurrent development of tangible products and services, our artifact model covers requirements to both of them.

The concepts proposed by the existing artifact models (section 3) were integrated into our artifact model for PSS. Geisberger et al. [15] first introduced the principle of structuring requirements in different artifacts. Since we propose an artifact model, this principle is the foundation of our work. However, the model of Geisberger et al. [15] has a major shortcoming: the information an artifact defines and the representation of this information are intermixed. Our model therefore explicitly discerns between representation and content of artifacts. As described by COSMOD-RE ([30]), the concretization of requirements must be integrated with the development process. It is thus necessary to establish two different viewpoints: the requirements viewpoint dealing with requirements information and the development viewpoint dealing with development information. In our artifact model, these two viewpoints are represented by two different kinds of artifacts: (a) requirements artifacts and (b) development artifacts. The concept of abstraction levels, first introduced by RAM [16], and used by Geisberger et al. [15], was incorporated in our artifact model. Our artifact model defines four abstraction levels, whereby each artifact belongs to one abstraction level.

### 5.1 Elements of the artifact model

In order to provide a clear structure, the meta-elements of the artifact model are described here. In Figure 1 these elements are depicted as UML class diagram. The two main types of elements in our artifact model are **abstraction levels** and **artifacts**. (The definition of an artifact was given in section 4.)

The information described by an artifact is situated at a certain level of abstraction. The **abstraction levels** divide the requirements into differently detailed layers dependent on the progress of the development process. They combine the artifacts created in the same phase of the development process, and present a layer containing requirements or development information of the same level of detail.

Apart from providing the content (of information), an artifact should also define how the information is documented. The artifact model thus explicitly separates between **model artifacts** – describing the content of information – and **representation artifacts** – describing the representation of information. This means that the model artifacts describe the content matter of an artifact, while the representation artifacts describe the type of documentation of the information.

In order to clearly distinguish between different types of artifacts, we introduce three types of model artifacts:

**Requirements artifacts** refer to the requirements of PSS. They are the actual work products of the RE process and support concretizing the requirements alongside the phases of RE, up to

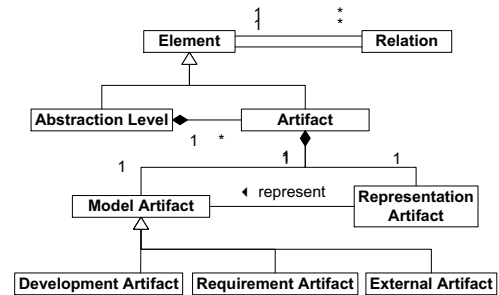


Figure 1. Elements of the artifact model for PSS

their partitioning into requirements for each domain that is involved in the development [15, 16, 29]. In order to easily address the requirements artifacts, which belong to the same level of abstraction, we bundle them into **“requirements artifacts bundles”**. **External artifacts** describe external information needed by the RE to create requirements artifacts. An example for an external artifact is a list of all stakeholders which are relevant for the development of the PSS. **Development artifacts** are work products of development tasks. Since RE and the first design steps have to be conducted concurrently, some development artifacts are needed as an input for establishing the requirements artifacts. The concurrent conduction of these two tasks enables a continuous matching of the requirements viewpoint and the design viewpoint. In this way, it is assured that the design supports the satisfaction of the requirements, and the requirements can be concretized, based on the knowledge gained by the design steps [30].

Relations between the artifacts are modeled as **Relation**. Three different types of relations are defined: (1) *concretization* meaning that a requirement is concretized by another one [15]; (2) *based-on* indicating that one artifact is created by activities that take the others as input; and (3) *impact* suggesting that one artifact is used for structuring other artifacts.

This paper presents only the model artifacts; for reasons of clarity, the representation artifacts and external artifacts are not described here. The representation of certain artifacts in the artifact model can be chosen individually, for example, depending on company-specific standards, knowledge of the participating domains, and needs of the customer.

## 5.2 Detailed description of the artifact model

The artifact model shown in Figure 2 consists of four abstraction levels that are based on the stages of the development process of PSS (e.g., [35, 37]) and are therefore given by the development. Each abstraction level contains artifacts, which are bundling requirements or development information having the same characteristics.

### 5.2.1 1st Abstraction Level – System Level

The first abstraction level is the **System Level**, consisting of requirements artifacts combined according to their similar content, and describing the generic requirements for a PSS. Based on the properties of PSS, we distinguish between four types of requirement information (cp. [3, 23]). The artifact **Customer and Stakeholder Requirements** describes the wishes of the customers [24, 29] and the requirements of other stakeholders which are relevant for the PSS to be developed. These requirements are very generic and describe the overall purpose and goals of the product. **Business Process Requirements** consist of the requirements derived from the

resources that the contractor is able to provide for the PSS, as, for example, possible efforts to be spent. These requirements are usually the result of the abilities of the contractor [28] and the general conditions of the development process [24].

Summing up, the requirements of the first abstraction level describe the general requirements to the PSS on an abstract level. These requirements correspond to the definition of the initial requirements of the “task clarification” phase of the development process of PSS (see section 2).

### 5.2.2 2nd Abstraction Level – Feature Level

As proposed by the development process, the “task clarification” should develop a first design of the product, and decompose it into tangible and intangible parts. In our artifact model, the results of this task are stored in the 2<sup>nd</sup> abstraction level.

This abstraction level consists of a development artifact, called **System Design**, and four requirements artifacts bundled into **Design Requirements**. The system design describes the design of the product, and is generated based on the initial requirements of the 1<sup>st</sup> abstraction level. The system design defines the main functions of the PSS and decides whether they are realized by a technical product or a service.

Based on the system design, the requirements of the first abstraction level are concretized. This concretization takes the knowledge on the realization of functions, provided by the system design, into account, i.e., requirements can directly refer to the tangible product or the services which are to be developed (cp. [30]).

The system design consists of two parts: the **system boundary**, which delimits the system to be developed from other systems and defines the relation of the system to its environment [13, 27]. By defining the system boundary, the most important elements of the system and interactions with external actors are identified [30]. The second part of system design is the **function structure**, which describes the functionality of the whole PSS by means of single

functions. A function is defined as the relationship of input and output parameters of a system, which serves as a purpose [31]. The communication between the different functions is described by communication paths [29]. The combination of the functions and their communication paths form the function structure and describe the entire functionality of the PSS without distinguishing the single components of it.

The functions are derived based on the requirements of the first abstraction level and the system boundary. Based on the initial requirements, the functions are concretized until it can be decided for each function whether it can be realized by a tangible product (hardware and/or software) or by a service (cp. [22, 31]). This process of concretizing the functions

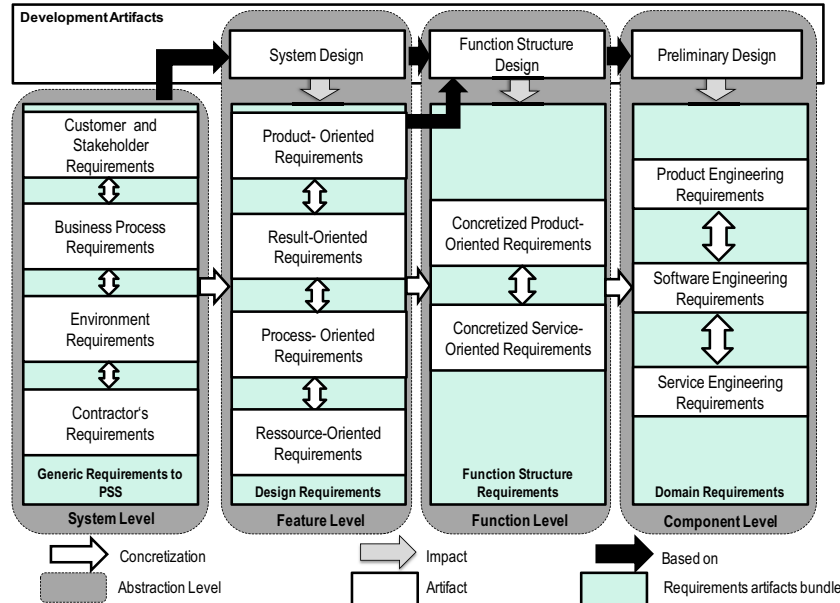


Figure 2: Artifact Model for Requirements to PSS

business processes of the customer which are relevant for the PSS, since PSS are to be integrated into the value-creation process of the customer [7]. For example, if the customer wants a room temperature of 21°C, it is important to know how often the air conditioning system will actually be in operation to derive requirements for the frequency of maintenance. The artifact **Environment Requirements** describes restrictions to the realization of the PSS caused by the environment in which the PSS will be deployed. Typical environment requirements are given by laws, standards, products of competitors, technologies, development methodologies, suppliers, ecological factors, infrastructure and industry standards (e.g., [18, 24]). The artifact **Contractor's Requirements** consist of goals that the contractor wants to achieve with the PSS. They describe the



is part of the development process, and is therefore not the focus of this paper, and will thus not be explained further.

The **Product-Oriented Requirements** forms an artifact and refer to the tangible components of the PSS. These requirements consider only the functionality of the tangible components, without distinguishing between hardware and software. Thus, at this stage it is still undecided of which components the products consists and how these components are realized. Only the functionality of the product is defined by these requirements. Such requirements describe, for example, the flexibility or interactions of the product with the users.

The other three requirements artifacts represent the different dimensions that are used to characterize the services [33] and to structure requirements on services [18]. The **Result-Oriented Requirements** describe the requirements to the result of a service, e.g., satisfaction of the customer with the service. The **Process-Oriented Requirements** refer to the process dimension of the services. The requirements of these artifacts describe how the process of providing the service has to be designed. The **Resource-Oriented Requirements** refer to the resources which support the provision of the services but are not the main focus of the development. An example of such a requirement is the special competence of the members of staff. Although these requirements can describe tangible products, they can be differentiated from the product-oriented requirements. They describe only resources that are needed for the provision of the service, but not the product in focus of the PSS. In other words, they describe products that are needed for the service but are not developed within the scope of the PSS.

It has to be noted that the requirements of these four types are strongly interdependent. The concretization of them takes place iteratively, whereby from each requirements artifact, requirements of all other artifacts can be derived. The result-oriented requirements are used to derive process-oriented requirements, which are used to derive resource-oriented requirements, and vice versa. These three types of requirements are the basis for the product-oriented requirements, i.e., the product-oriented requirements are derived from them [18].

### 5.2.3 3rd Abstraction Level – Function Level

The goal of the third abstraction level is to further concretize the functions and requirements, in order to assign later each function to a component, i.e., for each function it is decided whether it is realized by hardware (also mechatronics), software, or service. This abstraction level can be attributed to the “1a) product conception” phase of the development process of PSS (section 2). The requirements are assigned to the functions and concretized as far as necessary. We distinguish three artifacts: a development artifact **Function Structure Design** and two requirements artifacts bundled into **Function Structure Requirements**.

The process of simultaneously concretizing requirements and function structures is described by [22, 24, 31]. Here, the process is summarized, in order to explain the interrelations of the requirements and function structures. The process is conducted iteratively. As a starting point, the function structure and the requirements of the second abstraction level are taken.

Then, the requirements are assigned to the functions and concretized if necessary [13, 22, 28]. In the next step, the functions are concretized and the process is repeated. This iterative concretization of requirements and functions is done until each function can be clearly assigned to one component. For each component it is decided which domain (product, software or service engineering) will realize it. The functions describing services can be concretized according to customer-involving vs. customer-neutral functions [35]. The in-depth description of this process is not the focus of this paper.

The resulting function structure consists of fine-grained functions which describe the functionalities of the technical product and services without distinguishing them in real components. For example, a function structure for the technical product washing-machine describes the complete functionality for washing like heating water, mixing the detergent, etc. A function structure for the service maintenance describes the process to provide the maintenance.

As described in the process of concretizing the function structure and the requirements iteratively, all requirements on this abstraction level are concretized and directly assigned to the functions. The **Concretized Product-Oriented Requirements** describe the technical product. The functions define the concrete functionality of the technical product and therefore the requirements of the 3<sup>rd</sup> abstraction level can be concretized in accordance with the technical characteristics like geometry, ergonomics, acoustics, user interface, etc., taking the distinction between software and hardware into consideration. The **Concretized Service-Oriented Requirements** describe the services in detail, using for example blue printing. The resource oriented requirements are described by referring to concrete resources descriptions.

The function structure describes the complete functionality of the technical product and services. At this abstraction level the realizing domain of each function is already known. Using this knowledge, the requirements are able to describe not only the functionality of the product, but also its form, e.g., its geometry.

### 5.2.4 4th Abstraction Level – Component Level

The fourth abstraction level concretizes and assigns the requirements to the individual domains. It therefore provides the requirements to the task “1c) development-specific component design” of the development process of PSS (see section 2).

The **Preliminary Design**, a development artifact, is a coarsely-grained description of the structure of the product under development [29]. The preliminary design is developed based on the function structure of the third abstraction level. Therefore, the product is split into hardware (also mechatronical components), software (without hardware components), and service components. The Preliminary Design concretizes the Function Structure Design and defines abstract components developed by product, software and service engineering [29]. It describes the tasks of hardware, software and services [35].

The **Domain Requirements** (requirements artifact) express requirements to the components of the preliminary design and

are a further concretization of the Function Structure Requirements. As described in the third abstraction level, all functions of the function structure are directly connected to a component of the PSS. In the fourth level of abstraction, a component for each function is defined, and the domain realizing the function is identified. The domain collects all requirements assigned to the function and concretizes them. The concretized requirements are the domain requirements of this abstraction level. The assignment of the Domain Requirements to the components of the Preliminary Design and the accompanying concretization of them is an iterative process that is described by the process model. After all requirements have been concretized, they can be divided according to functional and non-functional ones for hardware and software, and according to result-, process- and resource-oriented for services.

## 6. EVALUATION

The artifact model is evaluated using a criteria-based evaluation strategy according to [1]. The goal of the evaluation is to show the applicability of the artifact model on a real-life project. As a real-life example, we chose the IT-based Personal Health Manager (PHM) [20]. The PHM provides a coaching program for physical fitness to people leading an inactive lifestyle as they are either unmotivated or do not know how to do workouts. The goal of the PHM is to find the right balance between automated services that are delivered through IT, and personal services that are delivered face-to-face through coaches [20]. The idea of the evaluation is to apply the artifact model in retrospective to the requirements of the PHM. We chose an already completed project, in order to identify the occurred problems in structuring the requirements and to analyze whether these problems would be tackled by the artifact model.

### 6.1 Evaluation Design

The evaluation is done by assessing whether problems that occurred in the development are prevented using the artifact model.

**Step 1)** First, a set of criteria for the evaluation is defined. As a starting point the requirements to the artifact model (section 5) are used as criteria. Then, the developers are interviewed, to identify issues that were problematic during the development. The criteria are supplemented with these issues.

**Step 2)** In a joint workshop with the developers the artifact model is applied on an exemplary set of requirements.

**Step 3)** Then, the produced specifications are assessed by both the developers and researchers for the satisfaction of the predefined criteria. Furthermore they compared the legacy specifications and the artifact model based specification.

### 6.2 Evaluation Results

**Step 1)** In the development of the PHM a classical V-model of software engineering was applied. In a first phase, the requirements were elicited from the stakeholders and documented in a specification document. Thereby, the following list of issues occurred:

- (1) Achieving consistency between requirements to services, software and hardware. This was very challenging, since,

for the services, no model existed which defined how to describe the requirements and their relations to software.

- (2) Achieving a consistent abstraction level of requirements and assuring the sufficient concretization of abstract requirements. The RE methods of software engineering did not provide clear criteria for the concretization of requirements, they do only state that the requirements have to be concretized till they are sufficiently detailed.
- (3) Assumptions about the solution – especially which functions are realized as services and which through software – were incorporated into the specification in an unsystematic manner. Thus, rationales for the decisions were missing and it remained unclear on which information base these decisions were taken.
- (4) Change-management in iterative development: Especially the requirements to services changed frequently because processes that had been performed manually, had to be automated. Thus, new requirements regarding the software came up, but the service processes changed at the same time. Both keeping an overview of the requirements and tracking changes were challenging in this setting.
- (5) Incorporation of all stakeholders and sufficient requirements completeness: A large number of stakeholders with different background were involved, e.g., the users of the coaching program, the department responsible for corporate health management, or the IT service provider.

**Step 2)** In the workshop 20 initial requirements from the stakeholders were concretized alongside the abstraction levels of the artifact model, and resulted in 67 concrete requirements. The concretization of the requirements took place iteratively. In this paper, due to space limitations, the concretization of only one initial requirement is shown, without showing the iterations. Further, we show the concretization of just one requirement on each level. The primary stakeholders were: participants of the PHM, medical practitioners and fitness coaches, companies offering the PHM to their employees, service provider for the PHM, IT operators for the software platform, fitness studios of the companies and legislators.

**First abstraction level:** GR1 is a *customer and stakeholder requirement* to the PSS (Table 1). The source of this requirement is the participants of the PHM. The requirement describes the high level goal that participants want to achieve.

**Table 1. Requirement of the first abstraction level**

Source	Requirement
Participant	<b>GR1:</b> participants should get information about physical activity and workout schedules to support them, thus becoming more active.

**Second abstraction level:** The requirements of the first abstraction level can be concretized into Design Requirements (DR) on the second abstraction level, addressing different aspects of providing workout schedules to the participants. In Table 2, the requirements that were derived from GR1 are shown: the product-oriented requirements DR1.1 and DR1.2 and a process-oriented requirement DR1.3. First,

the system boundary was defined: all stakeholders directly communicating with the PSS are part of the system-to-be. The system was then structured into eight functions, where it was decided whether they are realized by tangible products or services. The functions are: Participant Management, Workout Supervision, Calendar Management, Content Management, Communication, Training Schedule Management, Training Course Management, and Physical Examination Management.

**Table 2. Requirements of the second abstraction level**

Source	Requirement
GR1	<b>DR1.1 (product-oriented)</b> A central calendar is used to manage all appointments of the participants and coaches.
GR1	<b>DR1.2 (product-oriented):</b> The workout plan must be designed so that the participant is able to increase his physical activity
GR1	<b>DR1.3 (process-oriented):</b> The workout plan is created in cooperation between the participant and the coach in order to assure that it is adequate for the participant.

**Third abstraction level:** The eight functions of the second abstraction level describing the whole PSS were concretized iteratively, resulting in 25 functions. Here, only the functions related to the present requirements will be explained.

The requirements of the 2<sup>nd</sup> abstraction level are concretized by assigning them to the functions (Table 3). Thereby, one requirement of the 2<sup>nd</sup> abstraction level can be concretized by multiple requirements in the 3<sup>rd</sup> abstraction level. DR1.1 was concretized to FSR1.1.1 (assigned to F3: “Make appointments”, and realized by the product), and to FSR1.1.2 (assigned to F2 “Appointment summary” and realized by the product).

**Table 3. Requirements of the third abstraction level**

Source	Function	Requirement
DR1.1	F3 “Make appointments”	<b>FSR1.1.1:</b> It must be possible to make an appointment for the creation of a workout plan, whereby coach and participant are present.
DR1.1	F2 “Appointment summary”	<b>FSR1.1.2:</b> An overview of all appointments within one month has to be provided to a participant.

**Fourth abstraction level:** In this abstraction level, components of the PSS are defined, for which it is known whether they are realized by hardware, software, or services. Thereby, the requirements of the third abstraction level are concretized again. In Table 4 the concretization of requirements FSR1.1.1 to concrete requirements for software is shown.

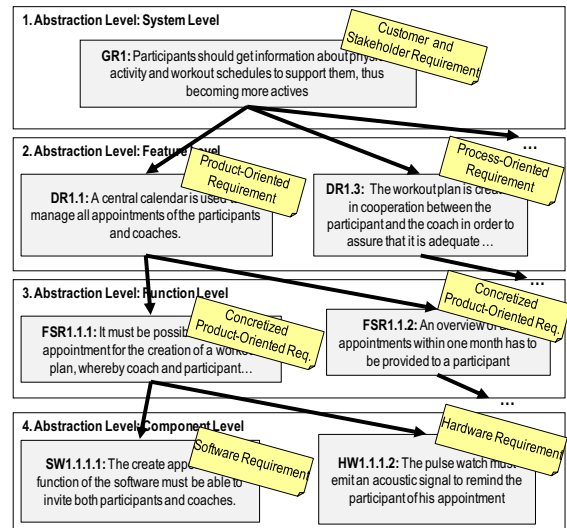
**Table 4. Requirements of the fourth abstraction level**

Source	Component	Requirement
FSR1.1.1	<i>Software:</i> Calendar → Create Appointment	<b>SW1.1.1.1:</b> The create appointment function of the software must be able to invite both participants and coaches.
FSR1.1.1	<i>Hardware:</i> Appointment Reminder	<b>HW1.1.1.2:</b> The pulse watch must emit an acoustic signal to remind the participant of his appointment.

Figure 3 shows an excerpt of the requirements described above according to the abstraction levels, whereby the concretization relations are shown explicitly in the form of arrows.

### 6.3 Discussion

The artifact model provides a structure for arranging different types of requirements and for concretizing them. It defines different artifacts for services and products, and then defines the interrelations between them. Through the abstraction levels



**Figure 3: Application of the artifact model on the requirements to IT-based lifestyle coaching**

and function structures, it defines how concretized requirements are derived from service requirements, and vice versa. Furthermore, the concretization of the requirements is aligned with the development process through the development artifacts. Thus, the co-design of requirements and development artifacts is supported. The developers noticed that the artifact model prevents an unstructured intermingling of requirements, by offering predefined categories for them. Thereby, the requirements 1 to 3 and the developer issue 1 and 2, described in section 6.2, are addressed. The incorporation of all stakeholders’ requirements is facilitated by the artifact model. If a stakeholder expresses detailed requirements, they are situated on a low level of abstraction. The requirements engineer clearly sees the need to elicit high level requirements

for providing a rationale for the low level requirements. Detailed requirements are questioned and a premature focusing on realization issues is prevented. This way, in the case study the developers assigned a large number of requirements to low abstraction levels, and then recognized that high level requirements for them were missing. Thereby, they judge developer issue 2, 3 and 5 as addressed by the artifact model. At the same time, the artifact model describes general classes of artifacts and can therefore be applied to a wide range of different products, satisfying requirement 6. Through the explicit definition of artifacts for products and services on the second abstraction level, and the guidance for concretizing them in the third and fourth abstraction level, the requirements to the entire solution are specified as a whole and concretized jointly. Thereby, especially the requirements 2 and the developer issue 5 are addressed.

The artifact model defines relationships between the different artifacts. The relationships describe the interdependencies between the artifacts on the same abstraction level and the concretization dependencies between artifacts of different abstraction levels. This structuring principle supports the traceability of requirements. The requirements on higher abstraction levels serve as rationale for the requirements on lower abstraction levels. Vice versa, for each requirement on a higher abstraction level, its concretization can be found on the lower abstraction levels. The availability of this information enables efficient impact analysis when requirements change. Thereby, requirement 4 is addressed. Since traceability is a basic prerequisite for change management; requirement 5 and developer issue 4, described in section 7, are addressed. The requirements defined in the artifact model are closely aligned with the function structures. The function structures can be used to define modules. These modules can then be standardized and reused. Thereby, requirement 7 is satisfied.

## 6.4 Threats to Validity

The internal validity could be threatened by a bias towards the artifact model, because the developers of PHM are members of the same organization as the researchers. However, this threat is seen as minor, because the evaluation does not rely only on questioning the opinion of the developers, but their statements must be justified by the example specification. Regarding external validity, the major concern is the generalizability of the results, because we conducted only one case study. From the viewpoint of the developers of PHM and researchers, however, the selected part of the system under consideration is representative for typical projects in the field of PSS.

## 7. CONCLUSION

In this paper we have addressed the concept of PSS consisting of hardware, software, and service elements, offered as a bundle. Due to their special characteristics, the RE poses several challenges for them. The RE has the task of collecting and specifying all requirements on the product-to-be. Since these requirements are the base of all following development steps, they are common ground for communication and for interdisciplinary collaboration.

This paper has presented an artifact model for requirements for PSS. The artifact model defines different types of requirements – combined into artifacts – and structures them in abstraction levels. Requirements on high abstraction levels serve as rationales for requirements on lower abstraction levels. This way, it is assured that each low level requirement has a rationale, and furthermore for each high level requirements it is explicitly described which low level requirements realize them. Thus, the completeness of low level requirements is increased and traceability between these requirements is realized.

Another distinguishing mark of the artifact model is the integration of the development artifacts into the RE. The importance of relying on initial design decision for concretizing requirements has been acknowledged in the RE in software engineering. Through the explicit modeling of the dependencies of development artifacts and requirements artifacts, a concerted concretization and structuring of requirements is enabled. This way, it is avoided that preliminary design decisions are incorporated into the specification unknowingly and in an unstructured manner. By focusing on the artifacts instead of processes, the inter-domain cooperation is enhanced. By clearly defining the artifacts to be produced, each domain can use its special tools, notations and techniques to develop the artifacts in a domain-specific manner. Additionally, the artifacts are the basis for the inter-domain communication.

Entirely new in the proposed artifact model is the combination of requirements for all components of PSS: Software-, hardware-, and service requirements are handled using one comprehensive artifact model. It therefore serves as a common basis for the understanding of all participating domains and for communication during development activities.

The applicability of the artifact model has been illustrated by a real-life example. In cooperation with the initial developers of the example system, the satisfaction of the requirements has been discussed. Further, five major problems experienced during the development have been tackled. Thus, we conclude that the artifact model is applicable in practice and helps addressing common problems.

## 7.1 Limitations and Future Work

A limitation of this work is that the evaluation was only conducted in retrospective. However, this way it was possible to compare the problems experienced during the development, with the benefits the artifact model could provide. Another limitation is that due to space restrictions the representation of the artifacts' content, the process model, and the techniques for creating the artifacts could not be described. Further research will focus on more comprehensive case studies to show the usefulness of the artifact model. In order to conduct such case studies, a process model and a set of methods have to be elaborated upon. A tool support for the artifact model would be beneficial as well, since in real-life projects a large number of requirements have to be managed.

## 8. ACKNOWLEDGEMENT

We thank the German Research Foundation (Deutsche Forschungsgemeinschaft – DFG) for funding this project as part of the collaborative research center „Sonderforschungsbereich

768 – Managing cycles in innovation processes – Integrated development of product-service-systems based on technical products”.

## 9. REFERENCES

- [1] Ahlemann, F. and Riempp, G. 2008. RefModPM: A Conceptual Reference Model for Project Management Information Systems. In *Wirtschaftsinformatik 50* (2).
- [2] Berenbach, B., Paulish, D.J., Kazmeier, J. and Rudorfer, A. 2009. *Software & Systems Requirements Engineering: In Practice*. McGraw-Hill Professional.
- [3] Berkovich, M., Esch, S., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. 2009. Requirements engineering for hybrid products as bundles of hardware, software and service elements – a literature review. In *Proceedings of the 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik* (Wien, Österreich, 2009).
- [4] Berkovich, M., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. 2010. Ein Bezugsrahmen für Requirements Engineering hybrider Produkte. In *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2010)* (Göttingen, 2010).
- [5] Berkovich, M., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. 2009. An empirical exploration of requirements engineering for hybrid products. In *Proceedings of the XVIIth European Conference on Information Systems* (Verona, 2009).
- [6] Berkovich, M., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. 2009. Suitability of Product Development Methods for Hybrid Products as Bundles of Classic Products, Software and Service Elements. In *Proceedings of the ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE* (San Diego, 2009).
- [7] Böhm, T. and Krcmar, H. 2007. Hybride Produkte: Merkmale und Herausforderungen. In *Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen: Forum Dienstleistungsmanagement*, Bruhn, M. and Stauss, B. Ed. Gabler, 240-255.
- [8] Böhm, T., Langer, P. and Schermann, M. 2008. Systematische Überführung von kundenspezifischen IT-Lösungen in integrierte Produkt-Dienstleistungsbausteine mit der SCORE-Methode. In *Wirtschaftsinformatik*, 50 (3).
- [9] Booch, G., Rumbaugh, J. and Jacobson, I. 2007. *Das UML Benutzerhandbuch*. Addison-Wesley, München.
- [10] Byrd, T.A., Cossick, K.L. and Zmud, R.W. 1992. A synthesis of research on requirements analysis and knowledge acquisition techniques. In *MIS Quarterly*, 16 (1), 117-138.
- [11] Davis, G.B. 1982. Strategies for information requirements determination. In *IBM Systems Journal*, 21 (1), 4-30.
- [12] Dix, A.J. 1994. Computer-supported cooperative work - a framework. In *Design Issues in CSCW*, Rosenberg, D. and Hutchison, C. Ed. Springer Verlag, 23-37.
- [13] Ehrlenspiel, K. 2002. *Integrierte Produktentwicklung*. Hanser Fachbuchverlag.
- [14] Galbraith, J.R. 2002. Organizing to Deliver Solutions. In *Organizational Dynamics*, 31 (2), 194-207.
- [15] Geisberger, E., Broy, M., Berenbach, B., Kazmeier, J., Paulish, D. and Rudorfer, A. 2006. *Requirements Engineering Reference Model (REM)*. Technical Report. Technische Universität München, München.
- [16] Gorschek, T. and Wohlin, C. 2006. Requirements Abstraction Model. In *Requirements Engineering*, 11 (1).
- [17] Hevner, A.R., March, S.T., Park, J. and Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. In *MIS Quarterly*, 28 (1), 75-105.
- [18] Husen, C.v. 2007. *Anforderungsanalyse für produktbegleitende Dienstleistungen*. Doctoral Thesis. Fakultät Maschinenbau, Universität Stuttgart.
- [19] Jacobson, I., Booch, G. and Rumbaugh, J. 1999. *Unified Software Development Process: The complete guide to the Unified Process from the original designers*. Addison-Wesley Longman, Amsterdam.
- [20] Knebel, U., Esch, S., Leimeister, J.M., Pressler, A. and Krcmar, H. 2009. Online, Set, Go - Design and empirical Test of an Itbased physical Activity Intervention. In *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems*, Verona.
- [21] Kofler, T. and Ratiu, D., Towards a Reusable Unified Basis for Representing Business Domain Knowledge and Development Artifacts in Systems Engineering. In *Proceedings of the Workshop on Advances in Conceptual Modeling*, Vancouver.
- [22] Kortler, S., Helms, B., Berkovich, M., Lindemann, U., Shea, K., Leimeister, J.M. and Krcmar, H. 2010. Using mdm-methods in order to improve managing of iterations in design processes. In *Proceedings of the 12th International dependency and structure modelling conference, DSM*, Cambridge.
- [23] Leimeister, J.M. and Glauner, C. 2008. Hybride Produkte – Einordnung und Herausforderungen für die Wirtschaftsinformatik. In *Wirtschaftsinformatik*, 50 (3).
- [24] Lindemann, U. 2006. *Methodische Entwicklung technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden* Springer, Berlin.
- [25] Méndez Fernández, D., Penzenstadler, B., Kuhrmann, M. and Broy, M., A Meta Model for Artefact-Oriented: Fundamentals and Lessons Learned in Requirements Engineering. In *Proceedings of the 13th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems*, Oslo.
- [26] Nikora, A.P., Classifying requirements: towards a more rigorous analysis of natural-language specifications. In *Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering*.
- [27] Nuseibeh, B.A. and Easterbrook, S.M., Requirements Engineering: A Roadmap. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering*.

- [28] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. and Grote, K.-H. 2006. *Engineering Design: A Systematic Approach*. Springer, Berlin.
- [29] Pohl, K. 2007. *Requirements Engineering. Grundlagen, Prinzipien, Techniken*. Dpunkt Verlag.
- [30] Pohl, K. and Sikora, E., COSMOD-RE: Supporting the Co-Design of Requirements and Architectural Artifacts. In *Proceedings of the 15th IEEE International Requirements Engineering Conference*.
- [31] Ponn, J. and Lindemann, U. 2008. *Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte: Optimierte Produkte - systematisch von Anforderungen zu Konzepten*. Springer, Berlin.
- [32] Sawhney, M. 2006. Going beyond the Product: Defining, Designing and Devlivering Customer Solutions. In *The Service-dominant Logic of Marketing*, Lusch, R.F. and Vargo, S.L. Ed., M. E. Sharpe, New York, 365-380.
- [33] Scheer, A.-W., Grieble, O. and Klein, R. 2003. Modellbasiertes Dienstleistungsmanagement. In *Service Engineering - Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*, Bullinger, H.-J. and Scheer, A.-W. Ed., Springer, Berlin.
- [34] Sommerville, I. and Kotonya, G. 1998. *Requirements Engineering: Processes and Techniques* Wiley & Sons.
- [35] Spath, D. and Demuß, L. 2003. Entwicklung hybrider Produkte – Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel. In *Service Engineering - Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*, Bullinger, H.-J. and Scheer, A.-W. Ed., Springer, Berlin.
- [36] Tan, A.R., McAloone, T.C. and Gall, C., Product/Service-System Development - An explorative Case Study in a manufacturing Company. In *Proceedings of the international conference on engineering design*, Paris.
- [37] Tuli, R., Kohli, A. and Bharadwaj, S. 2007. Rethinking Customer Solutions: From product Bundles to Relational Processes. In *Journal of Marketing*, 71 (3).

# Informationssystemarchitekturen zur Unterstützung technischer Kundendienstleistungen

Michael Fellmann,<sup>1</sup> Sebastian Hucke,<sup>1</sup> Rüdiger Breitschwerdt,<sup>1</sup>  
Oliver Thomas,<sup>1</sup> Nadine Blinn,<sup>2</sup> Michael Schlicker<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universität Osnabrück,  
Institut für Informationsmanagement  
und Unternehmensführung,  
Katharinenstraße 3,  
49069 Osnabrück  
{Vorname.Nachname}@uni-  
osnabrueck.de

<sup>2</sup>Universität Hamburg,  
Fakultät WISO –  
Wirtschaftsinformatik,  
Max-Brauer-Allee 60,  
22765 Hamburg  
Nadine.Blinn@wiso.uni-  
hamburg.de

<sup>3</sup>INTERACTIVE  
Software Solutions  
GmbH Saarterrassen,  
Hochstraße 63,  
66115 Saarbrücken  
Michael.Schlicker@interactive-  
software.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Vor dem Hintergrund immer komplexer werdender Maschinen und Anlagen ist die passgenaue Bereitstellung von Informationen für den Technischen Kundendienst (TKD) zunehmend eine Voraussetzung für effiziente Dienstleistungsprozesse. Der Beitrag beschreibt die Konzeption einer Architektur zur Unterstützung des TKD in Form einer Integrationsplattform. Diese deckt einerseits den Informationsbedarf des TKD durch die Bereitstellung integrierter Daten aus den spezialisierten Teilsystemen ab. Andererseits ermöglicht sie eine in der Praxis oft vernachlässigte Rückkopplung des TKD mit den anderen Unternehmensbereichen. Neben der Identifikation zu integrierender Systemklassen werden Optionen und Technologien zur Umsetzung der Integrationsplattform aufgezeigt. Der Beitrag schafft einen Rahmen für zukünftige Diskussionen zur informationstechnischen Unterstützung technischer Kundendienstleistungen.

## Schlüsselwörter

Technischer Kundendienst, Architektur, Integrationsplattform

## 1. EINLEITUNG

### 1.1 Aktuelle Entwicklungen im TKD

Hersteller von Sachgütern können in zunehmend gesättigten Märkten kaum noch Wettbewerbsvorteile über den Preis der Sachgüter erlangen [26]. Als Differenzierungsmerkmal gegenüber Wettbewerbern wird den produktbegleitenden Dienstleistungen ein hohes Wertschöpfungspotenzial zugeschrieben [44]. Vor dem Hintergrund eines steigenden Wettbewerbsdrucks belegen aktuelle Studien deren zunehmende Bedeutung für produzierende Un-

ternehmen und Dienstleister gleichermaßen. Bereits im Jahre 2002 lag der Umsatz produktbegleitender Dienstleistungen in Deutschland bei 151,6 Mrd. Euro [32]. Als produktbegleitende Dienstleistungen in Industrieunternehmen bzw. im verarbeitenden Gewerbe werden hierbei Tätigkeiten und Leistungen verstanden, die im Zusammenhang mit Maschinen, Geräten, Systemen und Anlagen erbracht werden und dem Anwender erst deren spezifische Nutzung ermöglichen [32]. Die größten Anbieter produktbegleitender Dienstleistungen sind die Unternehmen der Elektroindustrie (32 %) und des Maschinenbaus (28 %). Mit einem Umsatzanteil von ca. 54 % nehmen hierbei die Wartung, Reparatur, Montage und Inbetriebnahme eine bedeutende Stellung ein [32]. Diese Dienstleistungen werden unter dem Begriff Instandhaltung subsumiert und zählen zu den Kernleistungen des Technischen Kundendienstes (TKD). Auch Leistungen der Planung, Beratung und Projektierung (19 %) werden dabei häufig von Kunden nachgefragt.

Vor dem Hintergrund aktueller Forschungsansätze der Hybriden Wertschöpfung wird die Bündelung von Sachgütern und produktbegleitenden Dienstleistungen zu komplexen hybriden Leistungsbündeln integriert betrachtet. Der Kunde muss nicht mehr zwischen den einzelnen Komponenten des materiellen und immateriellen Bestandteils unterscheiden, sondern fokussiert auf die Lösung seiner Problemstellungen [30; 43] – so gewinnen Rundum-Service-Angebote [41] an Bedeutung. Dies ist insofern von zunehmendem Belang, als dass die Leistungserbringung des TKD sowohl unternehmensinterne als auch -externe Wirkungen zeigen kann. Innerhalb einer Organisation vermag er Informationen und Erfahrungsberichte an Forschung und Entwicklung zu liefern und somit auch Kundenanforderungen weiterzuleiten. Diese Informationen können in die Verbesserung und Neuentwicklung von Sachprodukten, produktbegleitenden Dienstleistungen oder hybriden Leistungsbündeln einfließen. Informationen aus Reparaturberichten helfen Arbeitsvorbereitung und Produktion, Produkt- und Fertigungsfehler zu erkennen und zu beheben. Kostenintensive Mängel entstehen häufig in der planerischen Ebene und der Fertigung [36]. Durch die zielgerichtete Nutzung von Feedbackinformationen kann solchen Fehlern nachhaltig entgegengewirkt werden. Unternehmensextern kann der TKD bspw. den Vertrieb vor und während Vertragsverhandlungen bei der Produktberatung und

-präsentation unterstützen [21]. In der After-Sales-Phase erbringt der Servicetechniker vor Ort beim Kunden „im Alleingang“ sach- und fachgerechte Leistungen auf einem komplexen technischen Niveau [55]. Er ist verantwortlich für die korrekte Verrichtung der Arbeit, das Identifizieren benötigter Ersatzteile bzw. deren Beschaffung und die sichere Funktion der komplexen Produkte und Anlagen [11]. Vor diesem Hintergrund können sich während des Lebenszyklus einer Wertschöpfung ein Produktivitätspotenzial, etwa durch hybride Leistungsbündel [9], die der TKD erbringt, und damit geschäftskritische Wettbewerbsvorteile ergeben.

Um Dienstleistungen produktiver zu realisieren, wird die Informationsverarbeitung schon seit längerer Zeit als Instrument betrachtet [37]. Gerade auch im TKD hat die Bedeutung der Unterstützung durch Informationssysteme zugenommen und ist dort mittlerweile nicht mehr wegzudenken. Sie manifestiert sich vor allem in einem Trend hin zur Ausstattung der Servicemitarbeiter mit mobil einsetzbaren Anwendungen [39]. So zur Verfügung gestellte hybride Leistungsbündel würden einen Service wie den TKD zusätzlich kundengerechter und effizienter gestalten [50; 10]. Um deren Potenzial als „Innovationsmotor“ [50] optimal auszuschöpfen, besteht hierbei jedoch noch Forschungsbedarf bezüglich eines integrierten Zusammenspiels der zu Grunde liegenden Informationssysteme [48].

## 1.2 Probleme der Informationsversorgung im TKD

Eine Übersicht der Informations- und Kommunikationsflüsse zur Unterstützung des TKD wird in Abbildung 1 dargestellt. Die Grafik zeigt die wesentlichen Partner der erweiterten Wertschöpfungskette nach Töpfer [52], die direkt oder indirekt an der produktbegleitenden Dienstleistungserbringung des TKD beteiligt sind. Dieser ist in den Wertschöpfungsteilprozess „Service/Kundendienst“ eingeordnet, wobei in der Gesamtbetrachtung zwischen Innendienst (Disposition oder Teleservices) und Außendienst (Einsatz beim Kunden) differenziert werden muss. Direkte Wertschöpfungspartner sind F&E, Arbeitsvorbereitung & Produktion, Lagerhaltung und der Vertrieb. Indirekt wirken die Quali-

tätssicherung und das Rechnungswesen/Controlling über alle Teilbereiche. Mittlerweile existiert eine Vielzahl hochspezifischer Anwendungssysteme, die den Servicetechniker im Feldeinsatz bei verschiedenen Teilaufgaben seiner Instandhaltungstätigkeiten unterstützen [39]. Informationstechnologien werden im TKD zwar eingesetzt, arbeiten jedoch weitestgehend isoliert voneinander und kapseln die jeweils zugehörigen Daten separat. Somit kann nicht das gesamte qualitative und quantitative Spektrum potenziell verfügbarer Informationen genutzt werden, welches durch ein integriertes System erschlossen würde.

Da gleichzeitig die Instandhaltungsobjekte technisch immer komplexer und variantenreicher werden, nimmt aus Sicht des Informationsmanagements die „Flut“ an Input [24] für den Dienstleistungserbringer zu (etwa in Form des Umfangs von Handbüchern). Die zusätzlich fehlende Integration der betrieblichen Systemlandschaften führt vor diesem Hintergrund zu einer Vielzahl von Problemen, die sich folgendermaßen zusammenfassen lassen [48]:

1. Die Systeme selbst stehen zur mobilen Nutzung durch den TKD vor Ort beim Kunden nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung.
2. Die nutzbaren Teilsysteme existieren vielfach als Insellösungen, was den TKD-Techniker zu zeitaufwendigen und fehleranfälligen Wechseln zwischen den Anwendungssystemen zwingt.
3. Die Medien- und Anwendungsbrüche führen zu redundanter und fehleranfälliger Dateneingabe.
4. Die Aktualisierung der technischen Serviceinformationen ist sehr aufwendig. Bis alle aktuellen Informationen verteilt sind, muss der TKD vor Ort Entscheidungen auf Grundlage einer veralteten Datenbasis treffen.

Diese Rahmenbedingungen reduzieren die Produktivität der Dienstleistungserbringung bzw. egalisieren an anderer Stelle im Unternehmen bereits erbrachte Wertschöpfung. Um nun diesen Informationsbedarf durch ein entsprechendes Angebot decken zu können, bedarf es zunächst einer geeigneten Integrationsplattform zur Vernetzung der bestehenden Systeme (siehe Abbildung 1).

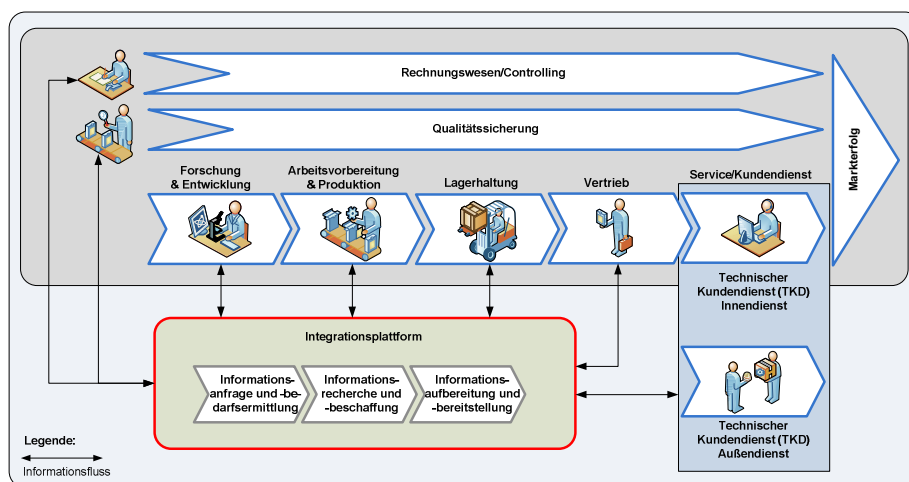


Abbildung 1: Einbindung einer potenziellen Integrationsplattform in die Informationsflüsse des TKD.



Mit der Integrationsplattform werden Informationsanfragen bearbeitet und der entsprechende Informationsbedarf ermittelt. Anschließend wird nach der gesuchten Information recherchiert und, wenn vorhanden, diese auch beschafft. Danach werden die Informationen aufbereitet und zur Nutzung in den jeweiligen Endgeräten bereitgestellt.

Zur Umsetzung der Integrationsplattform wird im vorliegenden Beitrag eine geeignete Architektur entwickelt, die den Informationsaustausch der Wertschöpfungspartner unterstützt [56] und sich dabei an den Anforderungen des TKD in der Praxis orientiert (vgl. Abschnitt 2.3). Diese Systemarchitektur soll die Voraussetzungen dafür schaffen, das Problem der mangelnden Informationssystemintegration und die damit verbundenen negativen Auswirkungen aufzulösen.

## 2. INFORMATIONSDINTEGRATION IM TKD

### 2.1 Informationssysteme

Eine informationstechnische Unterstützung von Kundendienstprozessen wird heute von vielfältigen, heterogenen Systemen geleistet und nimmt eine bedeutsame Stellung in der Praxis ein. Art und Umfang der einzelnen Komponenten und Teilsysteme variieren dabei jedoch erheblich. So beinhalten manche Systeme komplexe Expertensystem- oder Wissensmanagementkomponenten, andere dagegen integrierte Dokumentationen. Die in der betrieblichen Praxis am häufigsten anzutreffenden Informationssystemklassen sind Wissensmanagementsysteme, Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme, Condition-Monitoring-Systeme/Überwachungssysteme, Diagnosesysteme sowie Parametrisierungssysteme [48].

*Wissensmanagementsysteme* (WMS) werden eingesetzt, um Daten über Anlagen zu speichern und situationsgerecht abrufen zu können. Sie dienen daneben auch der Optimierung des TKD und werden zur Produktentwicklung herangezogen. Die enorme Bedeutung für den TKD ergibt sich zum einen aus der stark anwachsenden Komplexität technischer Anlagen und zum anderen aus einer verstärkten Anforderung durch den Anlagenbetreiber an den TKD [58]. Problematisch ist hierbei, dass die WMS aufgrund der semantischen und strukturellen Heterogenität der zu integrierenden Daten – wie Servicehandbücher, Reparaturleitfäden, Datenblätter, Ersatzteillisten, Erfahrungsberichte – häufig ebenfalls wieder Insellösungen darstellen und nicht alle benötigten Daten integrieren. Auch kann häufig nicht mobil auf diese Systeme zugegriffen werden, womit einerseits Reparaturprozesse erschwert werden, andererseits auch eine Auswertung von Daten, die durch den mobilen Einsatz entstehen und die zur Verbesserung der Produktion oder der Produkte verwendbar wären.

*Condition-Monitoring-Systeme/Überwachungssysteme* (CMS) werden zur Überwachung von Anlagen eingesetzt. Damit ist es möglich, den Anlagenzustand zu erfassen, zu bewerten sowie daraus eine Schadensfrüherkennung bzw. -prognose erstellen zu können [58]. Sie spielen meist in Verbindung mit Teleserviceleistungen eine besondere Rolle bei Maschinen und Anlagen, die nicht unter ständiger Beobachtung durch technisches Personal stehen.

*Diagnosesysteme* bauen auf den Daten auf, die Condition-Monitoring-Systeme liefern. Sie intendieren, Fehlerursachen selbstständig festzustellen oder einen Systembenutzer bei der Suche danach zu unterstützen. Darüber hinaus stehen sie dem Nutzer auch als Beratungssystem zur Seite [16; 51]. Aufgrund der Komplexität technischer Anlagen und Produkte, gerade auch in der Kfz-Branche, werden Diagnosesysteme häufig eingesetzt und sind oftmals sogar vorgeschrieben [58]. Problematisch ist allerdings, dass viele dieser von den Diagnosesystemen gesammelten Daten nicht zur Verbesserung der Fertigung oder der Produkte genutzt werden können, da sie den entsprechenden Empfängern in Produktion und Produktentwicklung nicht zugänglich sind.

*Parametrisierungssysteme* (PS) dienen der Parametrisierung, d. h. Einstellung, von Maschinen. Allein durch die Parametrisierung können unter Umständen bereits Fehler und Störungen beseitigt werden, sofern diese nicht hardwareseitig bedingt sind. PS unterstützen jedoch nicht nur den TKD-Mitarbeiter, sondern können auch dem Maschinen- oder Anlagenbetreiber zur Einstellung der Maschinen dienen. Ein Problem hierbei ist, dass das Wissen um die für einen Einsatzzweck optimalen Parameter oft nur in den Köpfen der Servicetechniker vorhanden ist und bisher kaum Eingang in die verwendeten Wissensmanagementsysteme findet, da PS und WMS nicht miteinander verbunden sind.

Anhand eines Klassifikationsschemas für integrierte Informationssysteme des TKD untersuchten Thomas et al. [48] insgesamt 19 Anwendungssysteme. Berücksichtigt wurden dabei die oben genannten Systemklassen. Bei der Untersuchung zeigte sich, dass keines der angebotenen Systeme alle Systemklassen abdeckt. Zudem sind sie – bis auf wenige Ausnahmen – allein auf die Unterstützung einer einzigen Unternehmensfunktion ausgerichtet: des Kundendienstes. Eine Ablaufunterstützung des TKD erfolgt bei der Mehrheit der Systeme nicht. Ebenso mangelt es an Expertensystemen, die den Mitarbeiter in seiner Entscheidungsfindung unterstützen können.

Insgesamt wird aus der Untersuchung deutlich, dass es verschiedene Lösungen gibt, die jeweils Teilprobleme lösen. Die Einbindung weiterer Wertschöpfungspartner wurde bisher genauso vernachlässigt wie auch eine ablauforientierte, durch Expertensysteme ergänzte Assistenzfunktion. Der hier verfolgte Ansatz soll diese Lücken füllen und eine umfangreichere Unterstützung des TKD ermöglichen.

### 2.2 Charakterisierung der Integrationsaufgabe

Die Integrationsaufgabe kann hinsichtlich der Merkmale *Systemintegration*, *Integrationsreichweite*, *Integrationsrichtung* und *Automatisierungsgrad* (vgl. Abbildung 2) charakterisiert werden.

Systemintegration	Daten	Funktionen	Prozesse
Integrationsreichweite	intern	B2B	B2C
Integrationsrichtung	horizontal		vertikal
Automatisierungsgrad	automatisch		teilautomatisch

Abbildung 2: Integrationsdimensionen, in Anlehnung an [31].

Da in vielen Unternehmen bereits spezialisierte Systeme für den TKD im Einsatz sind (vgl. vorhergehender Abschnitt), die jeweils Teilprobleme lösen und sich zur Unterstützung des TKD bewährt haben, liegt das Hauptproblem weniger in einer Integration der mit diesen Systemen realisierten Funktionen oder Prozesse. Es liegt vielmehr in der Integration der von diesen Systemen verwendeten oder erzeugten Daten (vgl. Abschnitt 1.2), die somit der maßgebliche Gegenstand der *Systemintegration* sind. Die zu integrierenden Informationssysteme im Bereich des TKD sind schwerpunktmäßig innerbetrieblich zu verorten. Eine Einbeziehung des Kunden erfolgt an dieser Stelle nicht, da der Fokus hier ausschließlich auf der Unterstützung des unternehmenseigenen TKD liegt. Die *Integrationsreichweite* ist damit als intern zu charakterisieren. Weiter ist im TKD eine horizontal verlaufende *Integrationsrichtung* entlang der betrieblichen Wertschöpfungskette notwendig, da Datenbestände unterschiedlicher Unternehmenseinheiten wie Konstruktion, Vertrieb und Wartung integriert werden müssen. Hinsichtlich des *Automatisierungsgrads* ist eine halbautomatische Integration anzustreben. Zwar kann aufgrund der semantischen Heterogenität der Informationsquellen nicht davon ausgegangen werden, dass eine Integration vollautomatisch durchgeführt werden kann. Es existieren jedoch semantische Technologien wie die Inhaltsextraktion oder Matching-Ansätze (vgl. Abschnitt 4.1), die eine weitgehende Automatisierung erlauben.

### 2.3 Anforderungen an eine Systemarchitektur

Zur integrierten Bereitstellung von Service-Informationen bedarf es einer geeigneten Datenbasis, auf der die Funktionen eines zu entwickelnden Systems aufbauen können. Wie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt wurde, sind die vorhandenen Daten insbesondere durch ihre Heterogenität und dezentrale Verortung gekennzeichnet. Sie sind daher zusammenzuführen und so aufzubereiten, dass sie zur Unterstützung des TKD genutzt werden können.

Neben der rein technischen Nutzbarkeit der Daten ist zudem der zeitliche Nutzungsaspekt von Bedeutung. Der TKD-Mitarbeiter soll auf die für ihn relevanten Daten dort zugreifen, wo er sie am dringendsten benötigt: Beim Kunden vor Ort. Daher ist ein mobiler Zugriff auf das System notwendig und durch entsprechende Ausstattung der Mitarbeiter zu ermöglichen [55; 50; 49].

In umgekehrter Richtung sollen während des TKD-Einsatzes erhobene Daten auch in anderen Abteilungen des Unternehmens genutzt werden können. Die Ableitung und direkte Bereitstellung dispositiver Daten kann somit der Produktion ermöglichen, schneller – z.B. auf herstellungsbedingte Mängel – zu reagieren. Ebenso kann die Produktentwicklung über den TKD Informationen beziehen, die in zukünftige Neuerungen einfließen können. Hier sind bspw. Statistiken zur Fehleranfälligkeit einzelner Bauteile denkbar, um Verbesserungs- und Kostensenkungspotenziale aufzudecken.

Mit einem im o.g. Sinne integrierten System, das sich über die gesamte Wertschöpfungskette erstreckt, soll des Weiteren auch die Messung und Bewertung der Produktivität des TKD ermöglicht werden. Bis dato existiert für Dienstleistungen weder ein einheitliches Produktivitätsverständnis noch eine Berechnungsvorschrift, um deren Produktivität zu messen oder zu vergleichen [38; 7].

Die hier identifizierten Anforderungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- (R1) Zusammenführung und Aufbereitung heterogener Daten- und (Produkt-)Informationsbestände
- (R2) Mobiler Zugriff auf Serviceinformation
- (R3) Ableitung von dispositiven Daten zur Verbesserung der Produktion
- (R4) Erzeugung von Information für die Produktentwicklung
- (R5) Messung und Bewertung der Produktivität

## 3. ARCHITEKTURMODELL EINER INTEGRATIONSPLATTFORM

Aus den gestellten Anforderungen können die zentralen Elemente der Architektur abgeleitet werden. Eine Ableitung erfolgt dabei systematisch ausgehend von den Anforderungen (R1-R5). In einem ersten Schritt werden hierbei zunächst die erforderlichen Subsysteme der Architektur bestimmt (Abschnitt 3.1). Anschließend wird der Zusammenhang und die Interaktion zwischen diesen Elementen analysiert, die die Struktur der Architektur determinieren (Abschnitt 3.2).

### 3.1 Elemente der Architektur

Ein zentrales Element der zu schaffenden Architektur ist eine einheitliche, konsistente *Daten- und Wissensbasis* (R1) als Grundlage für alle weiteren Funktionen des neuen Systems. Dabei sollen die bereits existierenden Daten der *bestehenden Anwendungssysteme* nicht bloß übernommen werden, sondern durch eine geeignete Aufbereitung in einem erweiterten Umfang nutzbar gemacht werden (vgl. Abschnitt 4.2). Somit reicht es nicht aus, lediglich im konkreten Bedarfsfall auf die bestehenden Anwendungssysteme zuzugreifen – vielmehr ist eine separate Datenbasis notwendig.

Der Aufbereitungsvorgang ist direkt mit dem Import verzahnt, so dass von Beginn an eine konsistente Datenhaltung gewährleistet wird. Die in der Künstlichen Intelligenz (KI) entwickelten und eingesetzten Methoden und Technologien, bspw. Beschreibungslogiken, Ontologien, Regelsysteme und Ansätze zur Informationsextraktion (vgl. Abschnitt 4.1), werden in einem Teilsystem *semantische Datenintegration und -aufbereitung* gebündelt und dazu genutzt, Wissen systematisch zu erschließen.

Das *Assistenzsystem* stellt den Mitarbeitern im TKD die eigentlichen Dienste des Systems entweder auf einem stationären Rechner oder ortsunabhängig auf einem *Mobile Client* bereit (R2). Die Möglichkeiten zur Suche und Darstellung von Informationen müssen hierbei an den Bedürfnissen der Servicetechniker und der Nutzungssituation ausgerichtet werden. Sie können Ansätze zur visuellen Exploration und Suche umfassen (vgl. Abschnitt 4.2.1), aber auch zur gezielten Selektion von Lösungswissen, was durch die Einbettung von Expertensystem-Funktionalitäten erreicht werden kann (vgl. Abschnitt 4.2.2).

Die Integrationsplattform muss darüber hinaus *Basisdienste zur Kollaboration* bereitstellen, um eine Vernetzung der Servicetechniker und einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen. Hierzu sind Dienste zur Diskussion, Kommentierung, Verschlagwortung und Bewertung von Inhalten erforderlich.

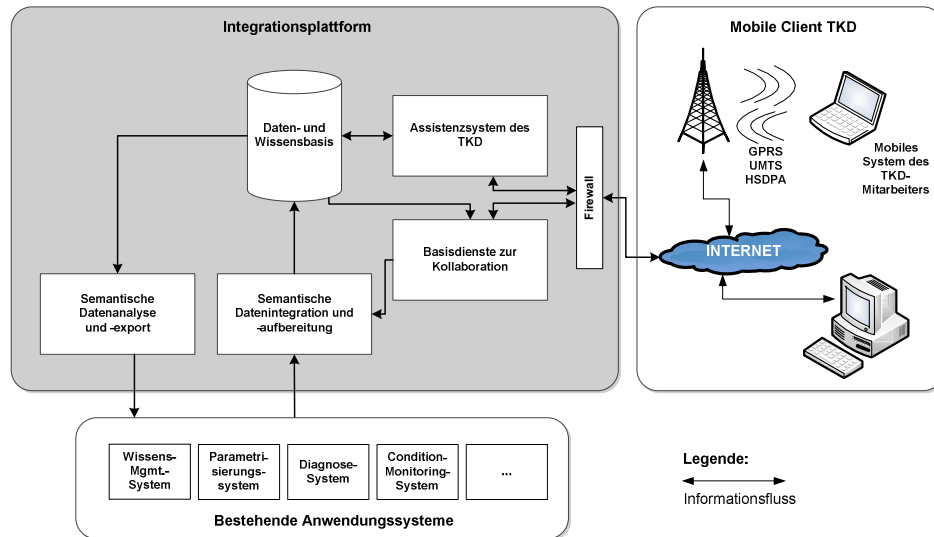


Abbildung 3: Architektur einer Integrationsplattform zur Unterstützung des TKD.

Die durch die Kollaboration generierten Daten fließen ebenfalls in die zentrale Daten- und Wissensbasis ein. Durch die semantische Datenintegration und -aufbereitung können aus diesen Daten in aggregierter Form neue Aussagen über Informationsobjekte in der Daten- und Wissensbasis gewonnen werden (z.B. „Reparaturanleitung  $x$  wird in 80 % der Fälle zur erfolgreichen Behebung von Fehler  $y$  verwendet“), die wiederum die Assistenzfunktionen verbessern.

Zusätzlich zur direkten Unterstützung des TKD soll die Integrationsplattform auch im Rahmen der von dort ausgehenden Feedback-Prozesse zum Einsatz kommen. Hierzu ist ein Teilsystem notwendig, das eine *semantische Datenanalyse* und den *Export* von Berichten zur Deckung der Anforderungen (R3-R5) erlaubt.

### 3.2 Aufbau der Architektur

Als grundlegendes Paradigma wurde eine Client-Server-Architektur gewählt, wie sie bereits zur prozessorientierten IT-Unterstützung im TKD-Umfeld [40] verwendet wird. Eine Service-orientierte Architektur (SOA) ist an dieser Stelle weniger gut geeignet, da die einzelnen Subsysteme strikt aufeinander angewiesen sind und keiner losen Kopplung bedürfen. Eine weitere Lösungsalternative stellt eine verteilte Architektur – ein Server-Cluster oder -Grid – dar. Sie wäre u. a. zur Realisierung eines von mehreren Organisationen kooperativ genutzten Systems oder aber zur Lastverteilung denkbar. Im Folgenden soll dieser Weg jedoch nicht beschritten werden, da die Architektur primär einer innerbetrieblichen Integration dient (vgl. auch Abschnitt 2.2).

Hauptelemente der zu konzipierenden Architektur sind somit der Integrationsserver und das mobile System (PDA, Laptop o.ä.) des TKD. Ersterer bezieht Daten aus bestehenden Anwendungssystemen und vom Kundendienst selbst, bereitet diese unter Verwendung semantischer Technologien auf und stellt das so gewonnene Wissen wiederum zur Verfügung. Anschließend kann der Nutzer die gesuchten Informationen recherchieren und ggf. über mobile Endgeräte abrufen.

Der Integrationsserver setzt sich aus insgesamt fünf Komponenten zusammen:

- Basisdienste zur Kollaboration,
- Assistenzsystem des TKD,
- Daten- und Wissensbasis,
- Semantische Datenintegration und -aufbereitung,
- Semantische Datenanalyse und -export.

Die mit dem mobilen System direkt interagierenden Teilsysteme sind dabei die Basisdienste zur Kollaboration sowie das Assistenzsystem des TKD. Der Mitarbeiter greift auf sie zu, um einerseits die von ihm benötigten Informationen zu erhalten und andererseits, um die im System gepflegten Daten (z.B. Fehlerbeschreibungen) zu ergänzen oder zu bearbeiten. Das Assistenzsystem kann während der Nutzung die dabei ermittelten neuen Sachverhalte der Daten- und Wissensbasis hinzufügen.

Die durch die Basisdienste zur Kollaboration von den Mitarbeitern geschaffenen Daten gelangen hingegen über den Umweg des Import- und Aufbereitungssystems (semantische Datenintegration und -aufbereitung) in die Daten- und Wissensbasis. So können unstrukturierte Texte, wie sie bspw. in Diskussionssystemen vorliegen, über die semantischen Methoden für das Assistenzsystem nutzbar gemacht werden. Das Importsystem verarbeitet gleichermaßen alle strukturierten und unstrukturierten Daten, die ursprünglich in den bestehenden Anwendungssystemen verortet sind.

Auf der gesamten integrierten Daten- und Wissensbasis setzt außerdem das Teilsystem semantische Datenanalyse und -export auf, mit dem Berichte für andere Stellen des Unternehmens oder aber Daten zur Verwendung in anderen Anwendungssystemen generiert werden können. Eine grafische Darstellung dieser Architektur bietet Abbildung 3. Es soll den über einen TKD verfügenden Unternehmen ein allgemeines, strukturiertes Konzept zur Verfügung stellen, mit dem sie die eingangs genannten Probleme angehen können.

## 4. OPTIONEN UND TECHNOLOGIEN ZUR PLATTFORMGESTALTUNG

### 4.1 Semantische Datenintegration

Im Gegensatz zu anderen, verwandten Architekturen kommt in der vorgestellten Architektur den semantischen Methoden eine zentrale Rolle zu. Mit ihnen wird eine Basis für die Erschließung von Dokumentinhalten und zur Integration heterogener Datenbestände geschaffen. Dies zielt darauf ab, die von den diversen Anwendungssystemen bereitgestellten Daten mit weiteren Dokumenten wie bspw. Datenblättern oder Reparaturanleitungen in einer systemübergreifenden, integrierten Gesamtsicht einheitlich nutzbar und auswertbar zu machen.

Hinsichtlich dieser Integrationsaufgabe kann in technischer Hinsicht dahingehend unterschieden werden, ob die zu integrierenden Informations- bzw. Datenbestände unstrukturiert, semi-strukturiert oder strukturiert vorliegen. Unstrukturierte Daten sind hierbei solche, die keine reguläre Struktur aufweisen wie etwa Texte ohne weitere Unterteilungen oder Meta-Information. Strukturierte Daten liegen vor, wenn die Datenelemente eine reguläre Struktur aufweisen. Dies ist bspw. bei Datenbankinhalten der Fall, aber auch bei hierarchisch strukturierten Dokumenten. Im Folgenden werden die Potenziale zur Erschließung unstrukturierter Daten und strukturierter Daten für den TKD beschrieben – für semi-strukturierte Daten ergibt sich entsprechend eine Mischform.

#### 4.1.1 Erschließung unstrukturierter Daten

Liegen unstrukturierte Daten vor, so ist eine Extraktion erforderlich, mit der versucht wird, Strukturen und Inhalte zu erschließen. Da es sich bei unstrukturierten Daten im TKD meist um Handbücher, Reparaturanleitungen, aber auch informell abgefasste Reparaturberichte handelt, kann die Extraktion mit Text-Extraktionswerkzeugen durchgeführt werden. So könnten aus einem technischen Dokument zur Reparatur eines Systems alle Verfahren der Reparatur, Instandsetzung oder Wartung nach den darin vorkommenden Bauteilen oder Tätigkeiten katalogisiert werden, um diese Information später dem TKD-Mitarbeiter vor Ort im Rahmen von Anfragen oder zum Browsing in Hyperlinkstrukturen zur Verfügung zu stellen.

Während kommerzielle Angebote wie die Extraktionskomponente *SemanticHacker API* (<http://textwise.com>) sich meist darauf beschränken, einige wenige Informationseinheiten aus Texten zu extrahieren (bspw. charakteristische Schlagwörter bzw. Deskriptoren oder benannte Entitäten), existieren im wissenschaftlichen Umfeld einige fortgeschrittene Werkzeuge und Prototypen, die in der Lage sind, komplexere Strukturen wie Begriffs-Taxonomien, semantische Netze oder sogar Ontologien aus Texten zu extrahieren [28; 45; 1; 19; 25]. Die Identifikation allgemein wichtiger Wörter und der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen in Form von semantischen Netzen wird von [1] beschrieben.

Für den TKD eröffnen sich durch diese Strukturen im Verbund mit neuartigen Nutzerschnittstellenkonzepten zur Exploration oder Suche (vgl. Abschnitt 4.2) erweiterte Möglichkeiten des Informationszugangs. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass Wissensstrukturen wie semantische Netze oder Ontologien auch von den TKD-Mitarbeitern verstanden werden müssen, um sinnvoll angewendet werden zu können. Daher ist die Anwendbarkeit einer natürlichsprachlichen Umschreibung der extrahierten, formalen Wissensstruktur zu überprüfen, die bereits als Teilaspekt im Projekt *OntoLearn* erforscht wurde [33; 54] und gegenwärtig

auch im Umfeld der Sprache *Attempto Controlled English* (ACE) erprobt wird. Weitere Arbeiten, die zur Repräsentation von TKD-Wissensstrukturen relevant sind, befassen sich mit der Abbildung von Unsicherheit und Widersprüchen in den extrahierten Strukturen (etwa: „dieses Dokument beschreibt die Reparatur von Maschine x, vielleicht aber auch y“) [19] und der Anwendung von Metadaten im Information Retrieval [25].

#### 4.1.2 Integration heterogener Datenstrukturen

Die Integration heterogener Datenstrukturen kann grundlegend durch Ansätze des Schema-Matching angegangen werden [42]. Diese unterstützen den TKD-Anwender dabei, korrespondierende Elemente zweier oder mehrerer Schemata aufeinander abzubilden. Der Begriff „Schema“ umfasst hierbei in einem sehr allgemeinen Sinne Datenbankschemata, XML-Schemata, aber auch Ontologien und andere Strukturen wie bspw. Taxonomien oder kontrollierte Vokabulare. Die in der Praxis aktuell anzutreffenden Werkzeuge wie bspw. der *BizTalk Mapper* von Microsoft, *MapForce* von Altova oder *Stylus Studio* des gleichnamigen Unternehmens, unterstützen den Nutzer bisher überwiegend bei der Durchführung eines manuellen Mappings.

Vor dem Hintergrund eines begrenzten Zeitbudgets und zur Verbesserung der Akzeptanz eines neuen, auf der vorgestellten Architektur basierenden Informationssystems ist im Kontext des TKD jedoch zu untersuchen, wie ein Mapping weitgehend automatisiert erfolgen kann (vgl. auch Abschnitt 2.2) – ggf. ausgehend von einer initialen Menge manuell integrierter Dokumente oder unter Zuhilfenahme von maschinenverarbeitbar spezifiziertem Allgemein- und Hintergrundwissen [27]. In diesem Kontext muss daher geprüft werden, ob Verfahren zur Verschmelzung heterogener Ontologien [20] potenziell im Bereich des TKD eingesetzt werden können, um so die aus unstrukturierten Daten gewonnenen heterogenen Strukturen automatisch zu verschmelzen. Ein Werkzeug zum Ontologie-basierten Schema-Matching ist bspw. *Chimaera* [29]. Das Werkzeug unterstützt sowohl die Verschmelzung mehrerer Ontologien im Sinne der Entwicklung einer globalen Ontologie, als auch die daran anschließende Diagnose der so erzeugten globalen Schemata. Mit *PROMT* [34] steht ein Werkzeug zur Verfügung, das eine interaktive Verschmelzung und Abbildung von Ontologien erlaubt.

Eine Übersicht zu aktuellen Schema-Matching-Werkzeugen wird in der Literatur gegeben [13]. Relevant für den TKD sind neben den zuvor skizzierten Ansätzen der Verbesserung des Matchings, die auf Ontologien und maschinenverarbeitbarer Semantik beruhen, besonders Werkzeuge, die eine breite Palette an Schemata abdecken, da somit der Lern- und Einarbeitungsaufwand in mehrere Werkzeuge vermieden werden kann. Ein solches Werkzeug ist *COMA++* [5], das sowohl für XML-Schemata, Ontologien als auch zur Datenbankintegration geeignet ist. Das Werkzeug unterstützt nicht nur die Abbildung der Schemata, sondern kann auch zum Vergleich mehrerer Matching-Algorithmen verwendet werden, was für den Bereich des TKD aufgrund der vielfältigen Datenstrukturen von Vorteil ist. Mit *XBenchMatch* steht weiter ein Benchmarksystem zur Verfügung, das die Qualität und Geschwindigkeit von Mappings bewertet [14] und somit zu deren Evaluation im Kontext des TKD verwendet werden kann.

Die durch semantische Technologien erschlossenen und integrierten Daten können die Suche und Analyse in den vorhandenen Informationsbeständen verbessern und zum Aufbau neuartiger Assistenzsysteme genutzt werden.

## 4.2 Anwendungspotenzial der integrierten Datenbasis zur Unterstützung des TKD

### 4.2.1 Exploration und Suche

Bei der Gestaltung des Zugriffs auf die semantisch integrierten Informationsbestände sollten dem TKD mehrere Instrumente angeboten werden, um so einem unterschiedlichen Kenntnisstand der Mitarbeiter und unterschiedlich komplexen Informationsbedürfnissen gerecht zu werden. Eine Ad-hoc-Suche nach Information kann grundlegend über einfache Stichwortsuchen erfolgen, die allerdings das Potenzial eines strukturell vereinheitlichten Datenbestandes nur unzureichend nutzen. Durch Mechanismen zur Anfrageausweitung (Query Expansion) auf der Basis der automatisch oder manuell erzeugten Wissensstrukturen (vgl. Abschnitt 4.1) kann sie jedoch verbessert werden, sodass ein Techniker ein Dokument auch dann findet, wenn er eine unvollständige oder ungenaue Bezeichnung verwendet – ein Produkt wird damit sowohl mit der üblichen Verkaufsbezeichnung (z.B. „Mercedes CLK“) als auch mit einer internen Herstellerbezeichnung (z.B. „W209“ oder „W208“) gefunden. Weitere Verbesserungen von Stichwortsuchen beschreibt [15].

Liegen Daten jedoch in einer einheitlichen Struktur vor, so können zum Auffinden von Informationsobjekten wie Reparaturanleitungen oder technischen Dokumenten über Stichwortsuchen hinausgehend auch Visualisierungen zur Navigation in den Datenstrukturen angeboten werden. Dies ist vor dem Hintergrund relevant, dass Navigationsansätzen zum Auffinden unbekannter Informationsobjekte durch empirische Studien teils bessere Ergebnisse bescheinigt wurden als textbasierten Suchmöglichkeiten [8]. Ist einem Servicetechniker bspw. die genaue Bezeichnung eines Ersatzteils nicht bekannt, so ist ein Navigationsansatz besser geeignet als eine textbasierte Suche. Hinsichtlich der Auswahl einer zur Navigation geeigneten Visualisierung sind prinzipiell die im Bereich des sog. „Web 2.0“ und des Semantic Web entwickelten Ansätze zur Visualisierung von Bedeutung – Letztere vor allem, da diese auf die Darstellung komplexer Wissensstrukturen abzielen [2; 4; 47]. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass im Bereich des TKD insbesondere auf mobilen Endgeräten graphartige Darstellungen schlecht lesbar sind, zudem sind diese auch teils nicht intuitiv verständlich [23]. Daher ist im Kontext des TKD eine im Vergleich zu graphartigen Darstellungen praktikablere Methode die Verwendung von Facetten [22; 35; 46]. Eine *Facette* kann als Merkmal verstanden werden, dessen Werte (Merkmalsausprägungen) ein gesuchtes Objekt oder eine Objektmenge charakterisieren. Grundprinzip einer auf Facetten aufbauenden Navigation ist, dass verschiedene Facetten schrittweise zu komplexen Suchfiltern kombiniert werden können [46].

Abbildung 4 verdeutlicht die Verwendung einer facettenbasierten Navigation auf mobilen Endgeräten anhand des von Microsoft Research entwickelten Prototypen *FaThumb* [8]. Dieser erlaubt es, Informationsobjekte anhand hierarchisch strukturierter Facetten wie Kategorie, Distanz, Ort etc. auszuwählen, wobei immer nur eine begrenzte Zahl von Facetten gleichzeitig angezeigt wird. Dieses Konzept ist prinzipiell übertragbar auf das Auffinden von Ersatzteilen, technischen Dokumenten etc. nach Maschinentyp, Hersteller, Art der Reparatur etc. Eine Standard-Bibliothek zur Implementierung solcher Oberflächen, allerdings eher für Endgeräte mit größeren Bildschirmflächen (und damit den TKD-Innendienst), wird auch vom MIT unter dem Namen *Exhibit* zur Verfügung gestellt ([www.simile-widgets.org/exhibit/](http://www.simile-widgets.org/exhibit/)).

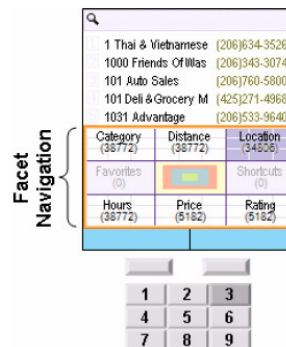


Abbildung 4: Facetten-basierte Navigation für mobile Endgeräte. Durch Drücken der Taste 3 wird „Location“ als Filter gesetzt [8].

Für komplexere Anfragen an strukturierte Daten, die auch eine Voraussetzung zur semantischen Datenanalyse und zum Export von Reports aus der Wissensbasis sind, können dem TKD ein Suchformular oder eine Anfragesprache zur Verfügung gestellt werden. Hinsichtlich der Suchformulare ist zu erforschen, inwieweit sich Ansätze im Umfeld von Semantic Wikis auf TKD-Anwendungen übertragen lassen, da diese Systeme ebenfalls eine Nutzung strukturierter Daten fokussieren, die zur Abfrage von Relationen zwischen Informationsobjekten genutzt werden kann [18]. So bietet das Semantische Wiki *Makna* ein umfangreiches Suchformular an [12]. Die Nutzung von Anfragesprachen für strukturierte Daten wie etwa die vom W3C standardisierte Sprache SPARQL kann ebenfalls erwogen werden. Allerdings ist davon auszugehen, dass dies mit einem gewissen Einarbeitungsaufwand verbunden ist. Zur Vermeidung dieser Barriere ist es im Hinblick auf den TKD angebracht, die Konstruktion strukturierter Anfragen durch einen Anfrageassistenten (Query Builder) zu unterstützen. Ein solches System ist mit *Konduit VQB* vorhanden [3], das eine grafische Oberfläche zur Anfrageerstellung bietet.

Weitere Ansätze zur Überwindung der zwischen dem Informationsbedürfnis des TKD und den zur effektiven Nutzung wissensbasierter Systeme erforderlichen strukturierten Anfragen bestehen in der Verwendung grafischer Anfragesprachen wie *OntoVQL* [17] oder in der Verwendung der natürlichen Sprache, wozu im Umfeld von ACE (Attempto Controlled English) bereits positive empirische Befunde vorliegen, die hinsichtlich des TKD zu bewerten sind [8; 53]. Darüber hinaus können strukturierte Anfragen implizit auch durch neuartige Ansätze zu Stichwort-Anfragesprachen (Keyword-based Query Languages) [57] erreicht werden. Diese bestehen aus Parameter-Wertpaaren, meist durch Doppelpunkt getrennt und werden bereits in den Dateiverwaltungsprogrammen moderner Betriebssysteme eingesetzt. Ein noch weitergehender Ansatz ist die automatische Generierung strukturierter Anfragen aus Stichwörtern. Gibt der Nutzer Stichwörter ein, so schlägt das System eine Reihe automatisch generierter, dazu passender strukturierter Anfragen vor. Dies wird bspw. in der *Information Workbench* (<http://iwb.fluidops.com>) umgesetzt.

Um die Kollaboration der Servicetechniker zu verbessern, sollte eine Ergänzung entsprechender Such- und Explorationswerkzeuge um eine kollaborative Verschlagwortung oder eine Empfehlungsfunktion erfolgen; hierzu können einige erfolgreiche „Social Bookmark“-Services im Web als Vorbild dienen.

#### 4.2.2 Realisierung von Assistenzfunktionen

Eine über die Beantwortung von Suchanfragen hinausgehende Nutzung der zentralen Daten- und Wissensbasis durch den TKD kann durch Assistenzsysteme erreicht werden, die sich an Ansätze aus der KI im Bereich der Expertensysteme (XPS) anlehnen. Die Idee der Expertensysteme wird seit den 60er Jahren verfolgt. Es wurden bereits einige Systeme bspw. im Bereich der Qualitätskontrolle (IXMO, DAX), der Prozessdiagnose (LEDIS, EF-EKT), der Reparaturdiagnostik (MODIS, MODEX, VADIS, TADIS) oder in der Medizin (MED1, MSX, INTERMIT/QMR, MYCIN, DIACONS und weitere) entwickelt und eingesetzt. Ein Einsatz dieser Technologien erfordert allerdings die ständige Pflege einer Wissensbasis. Die bereits beschriebene Architektur und die Verfahren zur semantischen Datenintegration (vgl. Abschnitt 4.1) können hier herangezogen werden, um eine permanente Aktualisierung der Wissensbasis zu erreichen. Darüber hinaus beschreiten neuartige Ansätze der Einbettung von Expertensystem-Funktionalitäten in Wikis wie etwa *KnowWE* den Weg, eine gleichzeitige Erstellung und Nutzung des Fakten- und Regelwissens durch ein kollaboratives Werkzeug als Assistenzsystem zu ermöglichen. So kann dem Servicetechniker zu einem Artikel, der ein Problem beschreibt, gleich eine Auswahl möglicherweise passender Lösungen angezeigt werden, deren Selektion durch in die Wikiseite integrierte Fragen erfolgt – womit die Grenzen zwischen kollaborativer Wissensverwaltung und Expertensystem aufgelöst werden können (vgl. Abbildung 5).

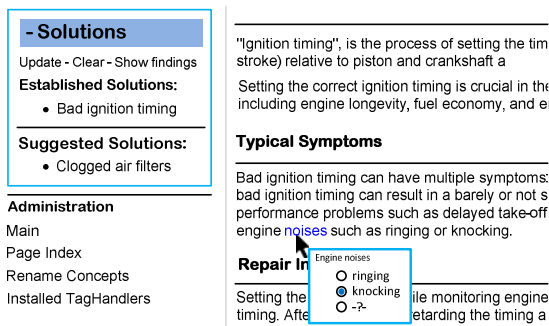


Abbildung 5: Ansatz zur Verschmelzung von XPS und Wiki [6].

## 5. EIN ANWENDUNGSSZENARIO

Im Folgenden soll nun an einem einfachen Beispiel gezeigt werden, wie ein auf Basis der obigen Architektur gestaltetes Informationssystem ein Unternehmen mit TKD unterstützen kann. Als Anwendungsfall dient hierbei die Reparatur eines defekten Gabelstaplers.

Damit der TKD-Mitarbeiter vor Ort Anfragen an das System absetzen kann, muss dieses die relevanten Daten vorhalten. Hierzu sind zunächst die entsprechenden Betriebsanleitungen und Handbücher aller Bauteile des Geräts (Motor, Hydrauliksystem etc.) über die Import-Schnittstelle aufzunehmen und mittels semantischer Technologien derart aufzubereiten (*Semantische Datenintegration und -aufbereitung*), dass sie über das Assistenzsystem für den TKD zur Unterstützung des Technikers während des Reparaturvorgangs verwendet werden können. Durch die semantische Verknüpfung der Begrifflichkeiten können z.B. Querverbin-

dungen zu weiteren, bereits in der Datenbasis vorhandenen Informationen hergestellt werden (z.B. zu Reparaturberichten von Motoren anderen Typs, die ggf. übertragbare Lösungen bieten).

Über das Assistenzsystem kann der Mitarbeiter nun eine Abfrage zu den aufgetretenen Fehlfunktionen absetzen. Ist bspw. das Hydrauliksystem defekt, wertet das System die Daten- und Wissensbasis aus und liefert einen Lösungsvorschlag zurück. Passt dieser nicht exakt zum vorliegenden Problem, ergeben sich für den TKD-Mitarbeiter zwei Möglichkeiten. Zum einen kann er die Lösungssuche auf semantisch ähnliche Themenfelder ausweiten. Ein so gefundenes Resultat kann das Assistenzsystem wiederum zur selbstständigen Verbesserung des Retrievals nutzen. Zum anderen kann der Techniker über die *Basisdienste zur Kollaboration* eine von ihm gefundene Lösungsstrategie zur Datenbasis hinzufügen oder sich an Diskussionen über bisher unvollständig gelöste Probleme beteiligen. Die hier gewonnenen, unstrukturierten Daten sind wiederum vor der Aufnahme in die Datenbasis mit semantischen Methoden geeignet aufzubereiten.

Abschließend können weitere Stellen im Unternehmen die gewonnenen Daten in Form von Auswertungen und Reports nutzen, die mit strukturierten Anfragen erzeugt werden. So können durch *semantische Datenanalysen* bspw. Rückschlüsse auf kontextabhängige Fehlerhäufigkeiten gewonnen werden. Ist der Defekt etwa bei allen auf einer bestimmten Maschine gefertigten Bauteilen aufgetreten, so kann die Produktionsabteilung eine entsprechende Überprüfung veranlassen.

## 6. FAZIT

Die vorgestellte Architektur wurde im Hinblick auf die im Abschnitt 2.3 beschriebenen Anforderungen entworfen. Ein wesentliches Merkmal der Architektur ist es, die Integration der verschiedenen, im TKD eingesetzten Systeme zu ermöglichen (R1). Dabei wird sowohl die Informationsversorgung der Kundendiensttechniker vor Ort (R2) als auch die Erfassung und Nutzung der von diesen erzeugten Daten berücksichtigt. Somit können die Informationsbedürfnisse sowohl des TKD als auch der anderen Unternehmensabteilungen befriedigt werden (R3-R4), was gleichzeitig die Voraussetzung für eine Beurteilung der Produktivität der Dienstleistungsprozesse des TKD bildet (R5).

Die durch die Architektur der Integrationsplattform vorgesehene, eigenständige Datenbasis zur Speicherung der integrierten Informationsbestände führt prinzipbedingt zu einer Speicherung redundanter Daten. Allerdings wird dieser Nachteil dadurch aufgewogen, dass zum einen die Primärsysteme entlastet werden – ähnliche Überlegungen führen auch im Bereich des Data Warehousings zu separaten Datenspeichern. Zum anderen kann hierdurch eine zielgerichtete Strukturierung und Organisation der Daten im Hinblick auf deren spätere Nutzung bspw. durch mobile Assistenzsysteme erreicht werden.

Der Entwicklung der hier vorgestellten Architektur ist ein intensiver Gedankenaustausch mit einem großen Unternehmen der technischen Gebrauchsgüterbranche vorausgegangen. Eine praktische Umsetzung der Architektur und Implementierung der Integrationsplattform wird gegenwärtig im Kontext des vom BMBF geförderten Projekts EMOTEC erforscht.



**Danksagung.** Diese Arbeit wird vom BMBF im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprogramms „Innovationen mit Dienstleistungen“ gefördert (Projekt EMOTEC, Förderkennzeichen 01FL10023, Laufzeit von 11/2010–11/2013).

## 7. LITERATUR

- [1] Ahmad, K., und Gillam, L. 2005. Automatic ontology extraction from unstructured texts. In *OTM 2005 Workshops: CoopIS, DOA, and ODBASE*. Springer, Berlin, 1330–1346.
- [2] Albertoni, R., Bertone, A., und De Martino, M. 2005. Information Search: the Challenge of Integrating Information Visualization and Semantic Web. In *Proc. of DEXA'05*, IEEE, 529–533.
- [3] Ambrus, O., Möller, K., und Handschuh, S. 2010. Konduit VQB: a Visual Query Builder for SPARQL on the Social Semantic Desktop. In *Proc. of VISSW 2010, Hong Kong, China*, Handschuh et al., Hrsg. paper 4.
- [4] Aouiche, K., Lemire, D., und Godin, R. 2009. Web 2.0 OLAP: From Data Cubes to Tag Clouds. In *Web Information Systems and Technologies, WEBIST 2008, Funchal, Madeira, Portugal*, J. Cordeiro, S. Hammoudi, J. Filipe Hrsg. Springer, Berlin, 51–64.
- [5] Aumüller, D., Do, H. H., Massmann, S., und Rahm, E. 2005. Schema and ontology matching with COMA++. In *Proc. of the 2005 ACM SIGMOD internat. conference on Management of data*. ACM, New York, 906–908.
- [6] Baumeister, J., Reutelschöfer, J. und Puppe, F. 2010. KnowWE: A Semantic Wiki for Knowledge Engineering. In: *Applied Intelligence 2010*. Springer, the Netherlands.
- [7] Baumgärtner, M., und Bienenzeisler, B. 2006. *Dienstleistungsproduktivität – Konzeptionelle Grundlagen am Beispiel interaktiver Dienstleistungen*. Fraunhofer IRB, Stuttgart.
- [8] Karlson, A. K., Robertson, G. G., Robbins, D. C., Czerwinski, M., und Smith, G. 2006. FaThumb: A facetbased interface for mobile search. In *Proc. of the CHI Conf. on Human Factors in Computing Systems*. ACM Press, 711–720.
- [9] Blinn, N., Nüttgens, M., Schlicker, M., Thomas, O., und Walter, P. 2008. Lebenszyklusmodelle hybrider Wertschöpfung : Modellimplikationen und Fallstudie. In *MKWI 2008*, M. Bichler et al., Hrsg. GITO, Berlin, 711–722.
- [10] Böhm, T. 2009. Informationsmanagement für hybride Wertschöpfung: Chancen und Herausforderungen für eine integrierte Informationslogistik. In *Arbeits- und Dienstleistungsforschung als Innovationstreiber. Bilanzen, Herausforderungen, Zukünfte*, D. Spath, Hrsg. Fraunhofer, 18–20.
- [11] Breunig, L. 2001. *Technischer Kundendienst : Kunden gewinnen und halten mit aktiven Servicestrategien*. WEKA, Fachverl. für Techn. Führungskräfte, Augsburg.
- [12] Dello, C., Simperl, E. P. B., und Tolksdorf, R. 2006. Creating and using semantic content with Makna. In *Proc. of ESWC 2006*. Springer, Berlin, 43–57.
- [13] Do, H. H., Melnik, S., und Rahm, E. 2002. Comparison of schema matching evaluations. In *Proc. of NODe 2002, Erfurt, Germany*. Springer, Berlin, 221–237.
- [14] Duchateau, F., Bellahsene, Z., und Hunt, E. 2007. XBench-Match: a benchmark for XML schema matching tools. In *Proc. of the 33rd internat. Conf. on Very Large Data Bases, Vienna, Austria*. VLDB Endowment, o. O., 1318–1321.
- [15] Duke, A., Glover, T., und Davies, J. 2007. Squirrel: An Advanced Semantic Search and Browse Facility. In *Proc. of ESWC 2007, Innsbruck, Austria*, E. Fraconi et al., Hrsg. Springer, Berlin, 341–355.
- [16] Engel, J. 1996. Entwicklung eines wissensbasierten Informationssystems zur Unterstützung der Störungsdiagnose. In *Fortschritt-Berichte (VDI Reihe) 20* (1996).
- [17] Fadhil, A., und Haarslev, V. 2007. OntoVQL: A Graphical Query Language for OWL Ontologies. In *Proc. of DL-2007, Brixen-Bressanone, Italy*, 267–274.
- [18] Fellmann, M., Thomas, O. 2009. Management von Modellbeziehungen mit semantischen Wikis. In *WI 2009, Wien, Band 1*, H. R. Hansen et al., Hrsg. OCG, Wien, 673–682.
- [19] Haase, P., und Völker, J. 2005. Ontology learning and reasoning – dealing with uncertainty and inconsistency. In *Proc. of URSW, Galway, Ireland*. Springer, Berlin, 45–55.
- [20] Hameed, A., Preece, A., und Sleeman, D. 2004. Ontology Reconciliation. In *AKT – Advanced Knowledge Technologies, Selected Papers 2004*, N. Shadbolt und K. O’Hara, Hrsg. AKT, Aberdeen, Scotland, 169–190.
- [21] Harms, V. 1999. *Kundendienstmanagement. Dienstleistung, Kundendienst, Servicestrukturen und Serviceprodukte; Aufgabenbereiche und Organisation des Kundendienstes*. Verl. Neue Wirtschafts-Briefe, Herne.
- [22] Hildebrand, M., van Ossenbruggen, J., und Hardman, L. 2006. /facet: A browser for heterogeneous semantic web repositories. In *Proc. of ISWC 2006, Athens, Georgia, USA*, I. Cruz et al., Hrsg. Springer, Berlin, 272–285.
- [23] Karger, D., und Schraefel, M. 2006. The Pathetic Fallacy of RDF. In *Proc. of the SWUI06*, Position Paper.
- [24] Krcmar, H. 2005. *Informationsmanagement*. 4., überarb. und erw. Aufl. Springer, Berlin.
- [25] Lim, S. Y., Song, M. H., und Lee, S. J. 2004. The Construction of Domain Ontology and Its Application to Document Retrieval. In *Advances in Information Systems: Proc. ADVIS 2004, Izmir, Turkey*. Springer, Berlin, 117–127.
- [26] Lindemann, U., und Baumberger, G. 2006. Individualisierte Produkte. In *Individualisierte Produkte. Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion*, U. Lindemann, R. Reichwald, und M. Zäh, Hrsg. Springer, Berlin, 7–16.
- [27] Madhavan, J., Bernstein, P. A., und Rahm E. 2001. Generic Schema Matching with Cupid. In *Proc. of the 27th VLDB Conference, Roma, Italy*. Morgan Kaufmann, Orlando, FL, USA, 49–58.
- [28] Maedche, A. 2002. *Ontology learning for the semantic web*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- [29] McGuinness, D. L., Fikes, R., Rice, J., und Wilder, S. 2000. The Chimaera ontology environment. In *Proc. of AAI 2000, Austin, Texas*. AAAI Press, Menlo Park, CA, USA, 198–200.
- [30] Meier, H., Uhlmann, E., und Kortmann, D. 2005. Hybride Leistungsbündel : Nutzenorientiertes Produktverständnis durch interferierende Sach- und Dienstleistungen. In *wt – Werkstattstechnik online* 95 (7/8), 528–532.

- [31] Mertens, P., Bodendorf, F., König, W., Picot, A., und Schumann, M. 2005. *Grundzüge der Wirtschaftsinformatik*. 9., überarb. Aufl. Springer, Berlin.
- [32] Mödinger, P., und Redling, B. 2004. Produktbegleitende Dienstleistungen im Industrie- und Dienstleistungssektor im Jahr 2002. In *Wirtschaft und Statistik*. Statistisches Bundesamt, Hrsg. Wiesbaden, 1408–1413.
- [33] Navigli, R., Velardi, P., Cucchiarelli, A., und Neri, F. 2004. Quantitative and qualitative evaluation of the OntoLearn ontology learning system. In *Proc. of COLING '04*, paper 1043.
- [34] Noy, N. F., und Musen, M. A. 2003. The PROMPT suite: interactive tools for ontology merging and mapping. In *Int. Journal of Human-Computer Studies* 59 (6), 983–1024.
- [35] Oren, E., Delbru, R., und Decker, S. 2006. Extending faceted navigation for RDF data. In *Proc. of ISWC 2006, Athens, Georgia, USA*, I. Cruz et al., Hrsg. Springer, Berlin, 559–572.
- [36] Pfeifer, T. 2001. *Qualitätsmanagement – Strategien, Methoden, Techniken*. Carl-Hanser, München.
- [37] Platz, H. P. 1980: Produktivitätspotential. In *IBM-Nachrichten* 30, 25–31.
- [38] Reichwald, R., und Möslin, K. 1995. *Wertschöpfung und Produktivität von Dienstleistungen? Innovationsstrategien für die Standortsicherung* (Rep. No. 6). TU München.
- [39] Rügge, I. 2007. *Mobile Solutions. Einsatzpotenziale, Nutzungsprobleme und Lösungsansätze*. Dissertation, Universität Bremen. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [40] Schlicker, M., und Leinenbach, S. 2010. Das INTERACTIVE-Serviceportal. In *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*, O. Thomas, P. Loos, und M. Nüttgens, Hrsg. Springer, Heidelberg, 236–258.
- [41] Schramm, J., und Meier, H. Hrsg. 2008. *Dienstleistungsorientierte Geschäftsmodelle im Maschinen- und Anlagenbau: Vom Basisangebot bis zum Betreibermodell*. Springer, Berlin.
- [42] Shvaiko, P., und Euzenat, J. 2005. A survey of schema-based matching approaches. In *Journal on Data Semantics IV*, 146–171.
- [43] Spath, D., und Demuß, L. 2002. Entwicklung hybrider Produkte – Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel. In *Service Engineering : Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*, H.-J. Bullinger und A.-W. Scheer, Hrsg. Springer, Berlin, 467–506.
- [44] Stille, F. 2003. Produktbegleitende Dienstleistungen gewinnen weiter an Bedeutung. In *Wochenbericht des DIW Berlin* (21), 336–342.
- [45] Sugiyara, N., Shigeta, Y., Fukuta, N., Izumi, N., und Yamaguchi, T. 2004. Towards On-the-Fly Ontology Construction – Focusing on Ontology Quality Improvement. In *Proc. of ESW 2004, Heraklion, Greece*. Springer, Berlin, 1–15.
- [46] Suominen, O., Viljanen, K., und Hyvönen, E. 2007. User-Centric Faceted Search for Semantic Portals. In *Proc. of ESWC 2007, Innsbruck, Austria*. Springer, Berlin, 356–370.
- [47] Telea, A., Frasincar, F., und Houben, G. J. 2003. Visualisation of RDF (S)-based information. In *Proc. of the 7th International Conf. on Information Visualization*, 294–299.
- [48] Thomas, O., Krumeich, J., und Fellmann, M. 2010. Integrierte Informationssysteme zur Unterstützung technischer Kundendienstleistungen. In *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*, O. Thomas, P. Loos, und M. Nüttgens, Hrsg. Springer, Heidelberg, 179–235.
- [49] Thomas, O., Walter, P., Loos, P., Schlicker, M., und Leinenbach, S. 2006. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst. In *Informatik 2006 : Informatik für Menschen, Band 1 : Beiträge der 36. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)*. Köllen, Bonn, 202–207.
- [50] Thomas, O., Walter, P., Loos, P., Schlicker, M., und Nüttgens, M. 2010. PIPE – Hybride Wertschöpfung im Maschinen- und Anlagenbau. In *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*, O. Thomas, P. Loos, und M. Nüttgens, Hrsg. Springer, Heidelberg, 3–23.
- [51] Thron, M., Bangemann, T., und Suchold, N. 2008. *WISA – ein modulares wissensbasiertes System für die Maschinen- und Anlagendiagnose*. <http://www.process.vogel.de/white-papers/downloads/8904/> [Zugriff am 02.02.2009].
- [52] Töpfer, A. 2007. *Betriebswirtschaftslehre: anwendungs- und prozessorientierte Grundlagen*. 2. Aufl. Springer, Berlin.
- [53] van der Sluis, I., Hielkema, F., Mellish, C., Doherty, G. (2010): Ontology Based Queries – Investigating a Natural Language Interface. In *Proc. of VISSW 2010, Hong Kong, China*, Handschuh et al. Hrsg. paper 2.
- [54] Velardi, P., Navigli, R., Cucchiarelli, A., Neri, F., Buitelaar, und Cimiano, P. 2005. Evaluation of OntoLearn, a methodology for automatic learning of domain ontologies. In *Ontology Learning from Text: Methods, evaluation and applications*, P. Buitelaar et al., Hrsg. IOS Press, Amsterdam, 92–106.
- [55] Walter, P. 2009. Modellierung technischer Kundendienstprozesse des Maschinen- und Anlagenbaus als Bestandteil hybrider Produkte. In *Dienstleistungsmodellierung : Methoden, Werkzeuge und Branchenlösungen*, O. Thomas und M. Nüttgens, Hrsg. Physica, Heidelberg, 129–146.
- [56] Walter, P., Blinn, N., Schlicker, M., und Thomas, O. 2010. IT-gestützte Wertschöpfungspartnerschaften zur Integration von Produktion und Dienstleistung im Maschinen- und Anlagenbau. In *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*, O. Thomas et al., Hrsg. Springer, Heidelberg, 299–312.
- [57] Weiand, K., Bry, F., und Furche, T. 2008. *Reasoning & Querying – State of the Art*. LMU Research Report, München.
- [58] Weinrauch, M. 2005. *Wissensmanagement im technischen Service*. Gabler, Wiesbaden.



# Quo vadis, B2B?

## Eine Literaturuntersuchung von Journal-Publikationen in den Jahren 2000 bis 2008

Norbert Frick

Universität Koblenz-Landau

Universitätsstrasse 1

56070 Koblenz

+49 261 287 2557

[norbert.frick@uni-koblenz.de](mailto:norbert.frick@uni-koblenz.de)

### ABSTRACT

Der Bedarf an überbetrieblicher Kooperation bei Unternehmen wächst zunehmend. Technologische und marktbedingte Entwicklungen drängen zur Kooperation mit Partnern, wobei sich die Integrationsreife vieler Organisationen immer noch auf einem niedrigen Niveau befindet. Nutzenpotenziale von überbetrieblicher Integration werden kaum von den beteiligten Partnern innerhalb eines Integrationsszenarios genutzt, da die zur Verfügung stehenden Technologien nur selten eingesetzt werden. Empirische Studien aus jüngerer Vergangenheit zeigen, dass trotz zahlreicher Erkenntnisse und Fortschritte aus der Forschung die gelebte Realität immer noch um Jahre hinterherhinkt [14], [17], [22], [29]. Dieser Unterschied zwischen wissenschaftlicher Forschung und wirtschaftlicher Realität lieferte die Motivation dazu, eine Literaturuntersuchung durchzuführen, die den gegenwärtigen Stand und Impulse für die zukünftige Entwicklung der B2B-Forschung aufzeigen sollte. Insgesamt wurden 15116 Artikel aus 40 wissenschaftlichen Journalen mit den Themenschwerpunkten Wirtschaftsinformatik, Informationsmanagement und Electronic Commerce aus den Jahren 2000 bis 2008 untersucht und analysiert. Das Ergebnis zeigt, dass die wichtigsten Fokusthemen für B2B-Integration Technologische Anpassung, Technologische Auswirkung und Design-orientierte Entwicklung von Artefakten sind.

### Keywords

B2B, Electronic Commerce, Wirtschaftsinformatik, Information Systems Research, Literatursuche, Literature Review

### 1. B2B – Ein Überblick

Der Bedarf nach überbetrieblicher Kooperation wächst motiviert von wirtschaftlichen Gründen weiterhin an. Gartner stellte im Jahr 2009 fest, dass Unternehmen durch technologische und marktbe-

dingte Entwicklungen verstärkt zur Kooperation mit Partnern gedrängt werden, wobei sich deren *Integrationsreife* immer noch auf einem niedrigen Niveau befindet: „Unfortunately, even as B2B projects are proliferating, for many companies, the status of their multienterprise integration projects is in the same condition as their internal integration was in the mid-1990s“ [29].

Diese Einschätzung legt nahe, dass viele der neueren wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der B2B-Forschung kaum oder gar nicht in unternehmerischem Handeln berücksichtigt werden. Betrachtet man die Vergangenheit dieses Forschungszweiges, so stellt man fest, dass das Nutzenpotential von elektronischem Datenaustausch (EDI) für eine arbeitsteilige Organisationsform bereits in den 50er und 60er Jahren erkannt wurde [18], [31]. Die Einführung von EDI geschah zu Beginn meist noch im unternehmensinternen Kontext, wobei die Anwendbarkeit für überbetriebliche Geschäftsabläufe bereits diskutiert wurde [31].

In den Folgejahren wurde die überbetriebliche Kopplung von Anwendungssystemen unter dem Begriff Interorganisations-systeme (IOS) erforscht [5], [27], [2]. Dabei stand vor allem die technische Realisierung des elektronischen Datenaustauschs und dessen Erfolgsfaktoren bzw. dessen Auswirkungen auf die Organisationen im Vordergrund [30], [23], [25], [11].

Zu Beginn der 90er Jahre erweiterte sich die Betrachtung des Themas um neue Konzepte wie Electronic Commerce und Electronic Business. Von den elektronisch unterstützten Austauschbeziehungen auf Kunden-, sowie Lieferantenseite, bis hin zur Integration von Geschäftspartnern, zum Zweck der Gestaltung von über- und innerbetrieblichen Abläufen, wurden meist technische Gesichtspunkte durch organisatorische bzw. institutionelle Aspekte ergänzt [26], [43], [38], [15].

In den letzten Jahren haben neue Paradigmen und Technologien wie service-orientierte Architekturen, Web Services oder Cloud Computing neue Impulse für die Integrationsbemühungen zwischen Unternehmen geliefert [13], [1], [19]. Die Verwendung offener, plattformunabhängiger Standards verspricht die Vermeidung von hohen Einstiegskosten und möglichen Lock-In Effekten bei gleichzeitiger Erhöhung der Flexibilität und Integrationsmöglichkeiten [12], [7].

Empirische Studien aus jüngerer Vergangenheit zeigen jedoch, dass trotz zahlreicher Erkenntnisse und Fortschritte aus der Forschung die gelebte Realität immer noch an alten Paradigmen fest-

hält. Nutzenpotenziale von überbetrieblicher Integration [35] werden kaum von den beteiligten Partnern innerhalb eines Integrationssszenarios genutzt, da die zur Verfügung stehenden Technologien nur selten eingesetzt werden [14]. Empirische Untersuchungen im Handel und der Automobilindustrie zeigen, dass mehr als 50% der befragten Unternehmen nur etwa 5 Geschäftsdokumente elektronisch austauschen [22], [17].

Diese Lücke zwischen wissenschaftlicher Forschung und wirtschaftlicher Realität lieferte die Motivation dazu, eine Literaturuntersuchung vorzunehmen, die vor dem Hintergrund folgender Forschungsfrage durchgeführt wurde:

*Was sind die wichtigsten Forschungsthemen für B2B-Integration der jüngeren Vergangenheit und für die Zukunft?*

Damit soll bestimmt werden, welche thematischen Schwerpunkte in der aktuellen B2B-Forschung eine Rolle spielen und welche Themen in Zukunft eine gewichtigere Rolle einnehmen werden. Vor dem Hintergrund der eben beschriebenen Lücke zwischen Forschung und Wirtschaft soll diese Forschungsarbeit dazu beitragen, die wirtschaftliche Relevanz der Forschungsthemen zu zeigen.

Dazu wurden insgesamt 40 wissenschaftliche Journale aus den Themenbereichen Wirtschaftsinformatik (Information Systems), Informationsmanagement und Electronic Commerce aus den Jahren 2000 bis 2008 untersucht und die Artikel mit einem direkten, thematischen Bezug zu B2B-Integration identifiziert und ausgewertet.

Die weitere Gliederung dieses Artikels ist wie folgt: Kapitel 2 beschreibt die Vorgehensweise bei der Literaturuntersuchung. Kapitel 3 stellt die Ergebnisse der Literaturrecherche vor. Kapitel 4 fasst in einer Diskussion den Forschungsausblick zusammen, der sich aus der Literaturanalyse ergibt. Kapitel 5 beschreibt das Fazit. Kapitel 6 gibt zuletzt eine kritische Würdigung der Arbeit und zeigt die Limitationen auf.

## 2. Vorgehensweise

Die bei jeder wissenschaftlichen Forschung im Forschungsumfeld Wirtschaftsinformatik (vgl. Information Systems (IS) in der englischsprachigen Forschung) neu auftretende Diskussion um *Rigour* vs. *Relevance* [16] fordert, neben der Praxisorientierung, die Anwendung von wissenschaftlich fundierten Methoden. Daher bestand zu Beginn der Literatursuche die Herausforderung darin, eine Vorgehensweise zu finden bzw. zu definieren, mit der auf der einen Seite der aktuelle Stand der Forschung zum Thema B2B-Integration ermittelt werden konnte (*Relevance*), und auf der anderen Seite die Ergebnisse und deren Herleitung wissenschaftlich fundiert beschrieben werden konnten (*Rigour*).

Die Suche nach einer expliziten Methode oder einem Rahmenwerk für eine Literaturuntersuchung gestaltete sich schwierig, da es bislang nur wenige entsprechend detaillierte Vorgehensweisen gibt (vgl. u.a. [24], [37], [41]). Das Rahmenwerk von vom Brocke et al. [6] erschien am Ende der Suche vielversprechend, da es zum einen eine Reflexion von bereits existierenden Literaturuntersuchungen darstellt, zum anderen eine einheitliche Vorgehensweise für eine relevante und wissenschaftlich fundierte Untersuchung beschreibt. Das Forschungsvorhaben orientierte sich an den dort vorgeschlagenen fünf Phasen für eine Literaturuntersuchung: (1) Definition des Untersuchungsbereichs, (2) Thematische Begriffsbildung, (3) Literatursuche, (4) Analyse und Synthese und (5) Forschungsausblick.

### 2.1 Definition des Untersuchungsbereichs

Die große Anzahl von Publikationen im Bereich der Wirtschaftsinformatik bzw. Information Systems (IS) erschwert die Auswahl von qualitativ hochwertigen und wissenschaftlich relevanten Beiträgen [28]. Aufgrund der bereits existierenden, zahlreichen Publikationen zum Thema B2B-Integration wurde deshalb beschlossen, den Untersuchungsbereich für die Literatursuche auf IS-Journale einzugrenzen. IS-Journale veröffentlichen in der Regel wissenschaftliche Artikel, deren Qualität durch ein vorgelagertes Begutachtungsverfahren sichergestellt wird.

Gegenwärtig gibt es fast 700 Journale mit IS-Bezug<sup>1</sup>. Ohne eine geeignete Rangreihe (Ranking) dieser Journale nach Relevanz, Qualität oder anderen Kriterien ist die Bedeutung der einzelnen Beiträge für die gegenwärtige Forschung nicht einschätzbar. Als geeigneter Ausgangspunkt für eine solche Rangreihe erscheint dabei die Verwendung von Journal-Rankings. Sie bilden nach fest vorgegebenen Kriterien eine Rangreihe von ausgesuchten Journalen.

Für die vorliegende Untersuchung wurde das VHB JOURQUAL2 Ranking eingesetzt, da es (a) ein hohes Ansehen in der wissenschaftlichen Gemeinschaft der Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik, sowohl national als auch international, genießt und (b) aufgrund der stärkeren gestaltungsorientierten Forschung (Design Science) im deutschsprachigen Raum ebenfalls Journale mit design-orientierten Beiträgen enthält.

Das Ranking wurde von einem Konsortium von Hochschullehrern in Deutschland im Jahr 2003 entwickelt [20] und existiert gegenwärtig in seiner zweiten Fassung aus dem Jahr 2008. Es gibt innerhalb des Rankings mehrere themenspezifische Unterklassifizierungen (z.B. Marketing, Logistik, Produktion), die für den jeweiligen Themenbereich die Journale noch einmal gesondert einordnen. Für diesen Beitrag wurden die Unterklassifizierungen *Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement* und *Electronic Commerce* gewählt, da beide einen direkten thematischen Bezug zu B2B-Integration aufweisen.

Um einen Überblick über die vergangenen und aktuellen Forschungsanstrengungen zu gewinnen, wurde ein begrenzter Zeitrahmen ausgewählt (2000-2008). Dadurch ist sichergestellt, dass die in JOURQUAL2 vorkommenden Journale bereits existierten und in der wissenschaftlichen Gemeinschaft etabliert waren. Zum anderen können so zeitabhängige Entwicklungen besser analysiert und zukünftige Herausforderungen besser abgeschätzt werden. Insgesamt 40 Journale mit 15116 Artikeln wurden dazu untersucht und ausgewertet.

### 2.2 Thematische Begriffsbildung

Der Begriff B2B-Integration wird in der Literatur oftmals vielfältig gebraucht. Die Bandbreite der Definitionen reicht von der Gesamtheit aller Geschäftsaktivitäten mit Bezug zum elektronischen Datenaustausch bis zur notwendigen Technologie und Infrastruktur [7]. Weiterhin gibt es nicht *einen* etablierten Begriff, sondern oftmals werden für ähnliche oder gleiche Sachverhalte unterschiedliche Ausdrücke verwendet (bspw. Business Collaboration, Collaborative Business, Electronic Business Networking [3], [36], [43]).

---

<sup>1</sup> <http://lamp.infosys.deakin.edu.au/journals/index.php>  
[20.08.2010]

Aufgrund dieser vielen, meist ähnlich klingenden Bezeichnungen ist eine Begriffsbildung des Themas nicht einfach. Daher wurde auf Basis von bereits bestehenden Arbeiten in dem Gebiet eine Definition erstellt, die den unterschiedlichen Aspekten im B2B-Umfeld gerecht wird und auf deren Basis die Literaturrecherche durchgeführt wurde:

*Unter B2B-Integration versteht man die Gestaltung der elektronischen Integration zwischen rechtlich selbständigen Unternehmen, die in einer geschäftlichen Beziehung zueinander stehen.*

In dieser Definition ist sowohl die technische Integration enthalten [30], [34], auf deren Basis die überbetriebliche Organisation der Geschäftsprozesse stattfindet [5], [8], [3], als auch die institutionelle Integration, die sich mit den Geschäftsbeziehungen (z.B. rechtliche, finanzielle Aspekte) beschäftigt [9].

### 2.3 Literatursuche

Insgesamt wurden drei Suchläufe auf den 15116 Artikeln vorgenommen. Dabei wurde in jedem Suchlauf der Titel von jedem Artikel hinsichtlich einer bestimmten Menge von Keywords durchsucht (Suchliste). Anschließend wurden die Abstracts der ermittelten Artikel von drei beteiligten Forschern gelesen und mit Bezug auf die in Kapitel 2.2 vorgestellte Definition auf deren Relevanz für das Forschungsfeld B2B-Integration geprüft. Die Keywords der relevanten Artikel wurden in die Suchliste mit aufgenommen und die Suchliste im nächsten Suchlauf auf die Titel erneut angewendet.

Der erste Suchlauf fand mit dem Keyword *B2B* statt, der insgesamt 40 Artikel hervorbrachte, die im Titel den Ausdruck *B2B* in irgendeiner Form verwendeten. Alle Artikel hatten einen thematischen Beitrag zum Forschungsfeld B2B-Integration, so dass kein Artikel verworfen werden musste. Auf Basis dieser Artikel wiederum konnten 89 neue Keywords ermittelt werden, die in den jeweiligen Beiträgen verwendet wurden.

Im zweiten Suchlauf wurden auf Basis der neuen Keywords insgesamt 633 neue Artikel gefunden, von denen nach der Prüfung auf thematischen Bezug 187 Artikel als relevant klassifiziert wurden. Aus diesen Artikeln wurden 123 weitere Keywords identifiziert, mit denen der dritte Suchlauf durchgeführt wurde.

Im dritten Suchlauf wurden insgesamt 757 Artikel gefunden, von denen nach thematischer Prüfung 104 als relevant eingestuft wurden. Zu diesem Zeitpunkt konnten zu der Suchliste nur noch wenige neue Keywords hinzugefügt werden, die zudem aus drei oder mehr Wörtern bestanden (z.B. online transactional exchange relationships), so dass eine Suche mit diesen Keywords nicht mehr praktikabel war. Hinzu kam, dass sich bei den identifizierten Artikeln die Doppelfindungen stark häuften, so dass davon auszugehen war, dass alle relevanten Keywords bereits ermittelt waren.

Von den insgesamt 331 relevanten Artikeln konnten weitere 34 Artikel ausgeschlossen werden, da es sich entweder um Editorials für einzelne Journale handelte (20), oder um noch nicht eliminierte Dubletten (14). Somit blieben 297 Artikel für die anschließende Analyse und Synthese übrig, die im Folgekapitel dargestellt wird. Kapitel 4 fasst den daraus gewonnen Forschungsausblick in einer Diskussion zusammen.

## 3. Analyse und Synthese

Wie bereits in Kapitel 2.1 beschrieben, wurden aufgrund des VHB JOURQUAL2 Rankings 40 Journale mit den thematischen

Schwerpunkten Wirtschaftsinformatik, Informationsmanagement und Electronic Commerce für die durchzuführende Literaturuntersuchung identifiziert. Tabelle 1 zeigt die Verteilung der thematisch relevanten Artikel je Journal.

**Tabelle 1: Übersicht der 40 Journale mit der Artikelanzahl**

Journal	Anzahl Artikel
Communications of the ACM	27
Computer Supported Collaborative Work	1
Computers and Operations Research	2
Data and Knowledge Engineering	8
DATA BASE for Advances in Information Systems	1
Decision Support Systems	27
Electronic Commerce Research	13
Electronic Markets	30
European Journal of Information Systems	10
Information and Organization	1
IEEE Transactions on Engineering Management	10
Information and Management	32
Information Systems	4
Information Systems and eBusiness Management	21
Information Systems Frontiers	8
Information Systems Journal	6
Information Systems Research	6
International Journal of Electronic Commerce	20
International Journal of Information Management	12
Journal of Electronic Commerce Research	16
Journal of Information Technology	9
Journal of the Association for Information Systems	5
MIS Quarterly	6
MIS Quarterly Executive	3
The Journal of Strategic Information Systems	10
Wirtschaftsinformatik	9

Die nachfolgenden Journale aus dem VHB JOURQUAL2 Ranking enthielten nach der Recherche keine Artikel, die mit Hinblick auf die gewählten Stichwörter B2B-relevante Inhalte untersuchen: INFORMS Journal on Computing, ACM Computing Surveys, ACM Transactions on Computer Human Interaction, ACM Transactions on Database Systems, ACM on Information Systems, Artificial Intelligence, Human Computer Interaction, IEEE Pervasive Computing, International Journal of Media Management,

### 3.1 Forschungsansätze

Im Folgenden werden die gewählten Forschungsansätze der einzelnen Artikel analysiert. Entsprechend der epistemologischen Kategorisierung nach Orlikowski und Baroudi [32] kann man zwischen drei grundlegenden Forschungsansätzen unterscheiden:

- *Deskriptiv*  
Beiträge dieser Art beschreiben einen für die Autoren wichtigen Sachverhalt oder eine Tatsache, deren Relevanz für die wissenschaftliche Gemeinschaft argumentativ aufbereitet wird.
- *Interpretativ*  
Ausgehend von einer subjektiven Sichtweise des Forschers wird versucht, beobachtbare Phänomene zu verstehen und in der jeweiligen Situation geltende Gesetzmäßigkeiten induktiv abzuleiten.
- *Positivistisch*  
Basierend auf theoretischen Grundlagen werden Behauptungen oder Hypothesen aufgestellt, die falsifizierbar sind, oder Behauptungen im Zuge der Analyse abgeleitet.

Hinzu kommt ein vierter Forschungsansatz, der bereits in verschiedenen zurückliegenden Literaturuntersuchungen anerkannt und berücksichtigt wurde [4], [40], [10]:

- *Design-orientiert*  
Dieser Ansatz vertritt den Standpunkt, dass durch die Konstruktion eines Artefakts (Konstrukt, Modell, Methode, Software [21]) wissenschaftliche Erkenntnis gewonnen werden kann.

Es zeigt sich, dass *deskriptive* Forschungsansätze mit 32,6% aller Artikel die verbreitetste Methode sind, weiterführende wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen und zu beschreiben (vgl. Tabelle 2). Dazu zählen auch diejenigen Beiträge, die auf Basis ihres deskriptiven Ansatzes ein Modell oder Rahmenwerk zur Verdeutlichung ihrer Argumentation vorschlagen, dies jedoch nicht als zentrales Instrument zum Erkenntnisgewinn nutzen (vgl. design-orientierter Forschungsansatz).

**Tabelle 2: Verteilung der Artikel nach Forschungsansatz**

Forschungsansatz	Anzahl Artikel	Prozentualer Anteil
Deskriptiv	97	32,6%
Interpretativ	52	17,5%
Positivistisch	78	26,3%
Design-orientiert	68	22,9%

Mit insgesamt 78 Artikeln folgen *positivistische* Ansätze, von denen etwa die Hälfte (37) Hypothesen bzw. Behauptungen formulieren und in einer empirischen Untersuchung testen. Die andere Hälfte der positivistischen Beiträge (33) stellt Fallstudien vor, innerhalb derer die im Vorfeld getroffenen Annahmen der Forscher ausführlich untersucht werden. Die übrigen 8 Artikel ver-

wenden Fragebögen bzw. Interviews als empirisches Forschungswerkzeug im Rahmen ihrer Präsentation der Ergebnisse.

Mit 68 von 297 untersuchten Artikeln stellen *design-orientierte* Forschungsansätze knapp ein Viertel der B2B-relevanten Beiträge dar. Dabei präsentierten 22 Veröffentlichungen Rahmenwerke bzw. Architekturen. Modelle mit unterschiedlichem thematischen Bezug werden von 27 Autorinnen und Autoren konstruiert. Insgesamt 14 Artikel behandeln die Erstellung von Softwareartefakten. Die übrigen Konstrukte behandeln Ontologien (2), Prozessgestaltung (2) und eine Sprachkonstruktion.

Mit 52 Artikeln bilden *interpretative* Forschungsansätze den kleinsten Teil der untersuchten Beiträge. Davon wiederum erfordern etwa ein Viertel (14) mit Hilfe von Umfragen bzw. Interviews ihren Untersuchungsgegenstand. Die deutlich beliebtere Methode zur Gestaltung interpretativer Forschung ist die Erstellung von Fallstudien, entweder im Rahmen einer einzelnen Fallstudie (25) oder durch Kombination von mehreren Fallstudien (12). Ein Artikel stellte ein Experiment vor, in dem die Verteilung von Informationen in einem überbetrieblichen Kontext untersucht wurde. Aufgrund der fehlenden deskriptiven bzw. positivistischen Elemente wurde diese Veröffentlichung mit zu den interpretativen Werken gezählt.

Die fehlenden 2 Artikel beschäftigen sich mit der Präsentation von Lehrinhalten im überbetrieblichen Kontext, können aber keinem bestimmten Forschungsansatz direkt zugeordnet werden. Daher haben wurden diese beiden Beiträge aus der Übersicht herausgenommen.

### 3.2 Thematische Entwicklung

Bei fast 300 Artikeln mit thematischem Bezug zu B2B-Integration ist die Anzahl unterschiedlicher thematischer Schwerpunkte, die behandelt werden, sehr groß. Daher wurden Artikel mit ähnlichen oder gleichen Themenschwerpunkten in Themenkategorien zusammengefasst, um eine aggregierte Übersicht der inhaltlichen Ausrichtung zu geben (vgl. Tabelle 3).

**Tabelle 3: Thematische Schwerpunkte**

Themen-schwerpunkt	Beschreibung
Agenten	Elektronische Agenten, die automatisiert Funktionen für den Nutzer übernehmen
Entwicklung	Erstellung von Architekturen, Anwendungen, Modellen, Ontologien usw. zur Problemlösung
Evaluation	Ermittlung und/ oder analytische Auswertung von Metriken für überbetriebliche Anwendungen
Funktionalität	Beschreibung und/ oder Vergleich der Funktionalitäten von Anwendungen und Darstellung ihres Nutzenpotentials
Geschäftsmodelle	Taxonomie, Entwicklung und Vergleich von Geschäftsmodellen im überbetrieblichen Kontext
Lehrstudie	Darstellung einer universitären Lehrumgebung zur Vermittlung von überbetrieblichen Themen
Institution	Beschreibung und/ oder Bewertung von Machtverhältnissen, Risiko und Sicherheit innerhalb einer überbetrieblichen Partnerschaft

Partnerschaft	Erforschung der zwischenbetrieblichen Partnerschaften
Review	Ermittlung und Bewertung des gegenwärtigen Stands der Forschung
Standards	Erstellung und/ oder Bewertung von überbetrieblichen, technologischen Standards
Strategien	Erstellung, Bewertung und Auswirkungen von strategischen Ausrichtungen im überbetrieblichen Kontext
Technologische Anpassung	Einführung, Anpassung und/ oder Verbreitung von überbetrieblichen Technologien, Funktionen oder Systemen
Technologische Auswirkung	Voraussetzungen, Effekte und/ oder Folgen von überbetrieblichen Technologien, Funktionen oder Systemen
Theorien	Erstellung und/ oder Ergänzung von theoretischen Konstrukten
Verhandlungen	Erforschung von elektronischer Unterstützung des Verhandlungsprozesses mit potentiellen Partnern
Vertrauen	Untersuchung von Vertrauen in überbetrieblichen Partnerschaften

Im Folgenden werden die jeweiligen Themenschwerpunkte in Beziehung zu deren *Veröffentlichungsjahren*, den korrespondierenden *Forschungsbereichen* und denen mit ihnen verknüpften *Forschungsansätzen* diskutiert. Als Forschungsbereich ist dabei ein wissenschaftliches Fachgebiet definiert, innerhalb dessen ein Themenschwerpunkt erforscht wird. Die Anzahl der jeweiligen Artikel zu jedem Thema ist in Tabelle 4 nachzulesen.

**Tabelle 4: Verteilung der Artikel nach Themenschwerpunkt**

Themenschwerpunkt	Anzahl Artikel	Prozentualer Anteil
Technologische Auswirkung	63	21,2%
Technologische Anpassung	60	20,2%
Entwicklung	54	18,2%
Funktionalität	19	6,4%
Evaluation	18	6,1%
Vertrauen	15	5,0%
Agenten	11	3,7%
Review	11	3,7%
Institution	10	3,4%
Partnerschaft	9	3%
Strategien	8	2,7%
Standards	6	2%
Verhandlungen	5	1,7%
Geschäftsmodelle	3	1%
Theorien	3	1%
Lehrstudie	2	0,7%

Dabei kommen Beiträge mit einem entwicklungsorientierten Ansatz und der Erforschung von Anpassungen und Auswirkungen auf technologischer Ebene besonders häufig vor (diese Schwerpunkte haben einen Anteil von etwa 20% der untersuchten Artikel).

### 3.2.1 Technologische Auswirkung

Von 2001 bis 2004 wurden mehr als die Hälfte der Arbeiten zu *Technologischen Auswirkungen* veröffentlicht (35 von 63 Artikeln). Ähnlich den Beiträgen zu den Technologischen Anpassungen wurden sowohl technische als auch organisatorische Veränderungen untersucht und dokumentiert.

Besonderes Augenmerk galt dabei dem Forschungsbereich Supply Chain Management (SCM), um den sich 15 Abhandlungen drehen. Während zu Beginn des neuen Jahrtausends vor allem Effekte im Rahmen der Internetnutzung auf eine Supply-Chain untersucht wurden, verlagerte sich der Fokus mehr auf einzelne Interorganisationssysteme und deren betriebswirtschaftlichen Auswirkungen bis hin zu Smart Business Networks im Jahr 2008. SCM bleibt dabei über alle Jahre hinweg als Forschungsbereich in den Artikeln vertreten. Als zweiter, mit 9 Artikeln untersuchter Forschungsbereich ist Electronic Commerce (E-Commerce) zu nennen, der hauptsächlich eine Betrachtung von Benefits des E-Commerce auf Organisationen widerspiegelt. Andere Bereiche sind mit jeweils 5 Artikeln (Electronic Business, Electronic Procurement, Electronic Marketplace) bzw. 4 Artikeln (Electronic Data Interchange und Web Services) vertreten. Branchenspezifische Fallstudien werden insgesamt von 6 Autorinnen und Autoren behandelt. Bis auf EDI, Web Services und E-Marketplace werden Artikel in den übrigen Forschungsbereichen über den untersuchten Zeitraum hinweg immer wieder aufgegriffen. Artikel mit EDI Hintergrund stammen aus den Jahren 2000 bis 2003, wobei hier noch der klassische elektronische Datenaustausch und dessen Effekte untersucht wurden. Web Services und deren Auswirkungen wurden in den Jahren 2002 bis 2004 erforscht. Die Untersuchungen von Effekten auf elektronische Marktplätze lieferten jedoch schon im Jahr 2002 den letzten Beitrag. Als weitere, bemerkenswerte Beobachtung ist zu nennen, dass sich nur 2 Artikel mit den Möglichkeiten und Auswirkungen von mobilen Endgeräten im B2B-Umfeld beschäftigen (Mobile Marketplace und Mobile Procurement), und diese Beiträge aus den Jahren 2002 und 2004 stammen.

Der Anteil der empirischen Forschungsansätze ist im Vergleich zum nachfolgenden thematischen Schwerpunkt (Technologische Anpassung) deutlich geringer. 38 der 63 Veröffentlichungen nutzen eine empirische Untersuchung (17 nutzen einen interpretativen, 21 einen positivistischen Ansatz). Weitere 24 Arbeiten untersuchen mögliche technologische Auswirkungen mit einem deskriptiven Ansatz. Es gibt nur eine design-orientierte Arbeit.

### 3.2.2 Technologische Anpassung

Artikel mit Bezug zur Technologischen Anpassung finden sich in jedem Publikationsjahr von 2000 bis 2008. Bis 2006 nahm die Anzahl der Beiträge sogar stetig zu, wobei 2006 mit 10 Beiträgen die größte Zahl veröffentlicht wurde. 2007 (7 Artikel) und 2008 (5 Artikel) war die Zahl dagegen wieder rückläufig.

Es zeigen sich hier insbesondere vier Forschungsbereiche, in denen Artikel vermehrt den Themenschwerpunkt Technologische Anpassung behandeln: Electronic Commerce (13 Artikel), E-Marketplace (12 Artikel), E-Procurement (5 Artikel) und allgemein branchenspezifische Fallstudien (15 Artikel). Vor allem im

Bereich Electronic Commerce wurden viele Arbeiten verfasst, die sich mit organisatorischen Problemstellungen bei der technologischen Anpassung beschäftigen, wie z.B. vom Management erwartete Benefits, Vertrauensprobleme oder die Einbindung der zu integrierenden Partner. Diese Artikel erfreuten sich bis zum Jahr 2004 großer Beliebtheit, bis sie schließlich von den Forschungsbereichen E-Marketplace (2004 bis 2007) und E-Procurement (2006 bis 2008) abgelöst wurden. Dabei steckte man die Untersuchungsrahmen deutlich enger, da es in der Regel nicht mehr nur um allgemeine Anpassungsforschung ging, sondern einzelne Aspekte genauer betrachtet wurden, wie z.B. Informationstransparenz, elektronische Konsortien oder E-Procurement Auktionen. Die branchenspezifischen Fallstudien untersuchen generell Unternehmen, die sich mit interorganisationaler Integration beschäftigen. Dabei ist jedoch weder ein Schwerpunkt im Hinblick auf die thematische Ausrichtung noch auf die zeitliche Verteilung festzustellen. Als Branche wurde die Automobilindustrie am häufigsten als Forschungspartner herangezogen. Die übrigen Beiträge mit dem thematischen Schwerpunkt Technologische Anpassung beschäftigen sich mit Einzelthemen, wie z.B. Virtualisierung eines Interorganisationssystems, oder ein Austauschnetzwerk basierend auf offenen Standards.

Die verwendeten Forschungsansätze sind überwiegend empirischer Natur (46 von insgesamt 60 Artikeln), von denen sich 20 Beiträge mit der Erstellung und Auswertung von Fallstudien und Fragebögen beschäftigen (interpretativ). Die übrigen Beiträge (26) behandeln Hypothesenmodelle, Umfragen und ebenfalls Fallstudien zur Ermittlung der Forschungsergebnisse (positivistisch).

### 3.2.3 Entwicklung

Etwa ein Drittel der *Entwicklungs*-orientierten Beiträge beschäftigt sich mit der Erstellung einer real existierenden Anwendung oder einer Ergänzung zu einer bereits existierenden Anwendung. Der weitaus größere Teil beschränkt sich auf die Entwicklung von Modellen bzw. Rahmenwerken, die im jeweiligen Kontext eine neue bzw. weiterführende Lösung liefern sollen. Die meisten dieser Artikel bewegen sich vor technologischen Hintergründen wie Web Services (16 Artikel), anderen XML-basierten Standards (6 Artikel) und weiteren elektronischen Austauschformaten. Es zeigt sich, dass ältere Austauschstandards wie EDIFACT, vor allem in neueren Artikeln, kaum noch Beachtung finden. Dafür sind gerade in den Beiträgen seit 2003 vermehrt workflow- bzw. prozessbezogene Artefakte zu finden, die sich mit der Lösung von Problemen in der Ablauforganisation beschäftigen. Insgesamt haben sich seit 2003 vor allem Architektur-Artefakte durchgesetzt, die mit insgesamt 17 Artikeln auch die größte Menge an Design-Artikeln stellen.

Der verwendete Forschungsansatz ist bei den entwicklungsorientierten Artikeln ausschließlich ein design-orientierter Ansatz, der die einzelnen von Hevner postulierten Design-Phasen durchläuft [21]. Es wurden auch diejenigen Artikel zu dieser Gruppe gezählt, die zwar ein Artefakt entwickelt, dieses jedoch nicht in einer Evaluations-Phase auf dessen Anwendbarkeit getestet hatten.

### 3.2.4 Funktionalität

Die Verteilung von Artikeln mit dem Fokus auf die *Funktionalität* von Anwendungen im überbetrieblichen Kontext ist über die Jahre relativ gleichmäßig. Vergleicht man die einzelnen Forschungsarbeiten miteinander, so fällt auf, dass überwiegend bereits länger bekannte und etablierte Anwendungen und Funktionalitäten in Bezug auf B2B-Integration untersucht wurden. Dazu gehören

unter anderem Geschäftsprozessmanagement, Wissensmanagement, Kundenbeziehungsmanagement oder elektronische Marktplätze. Neue Anwendungen, wie z.B. Cloud-Lösungen, sind in diesem Themenschwerpunkt noch nicht zu finden.

Es gibt sowohl empirische als auch deskriptive Forschungsansätze, die sich überwiegend mit Funktionen und dem Vergleich von Funktionalitäten von Interorganisationssystemen beschäftigen. Dabei werden meistens ausgewählte Anwendungen in einem definierten Kontext untersucht und die für den Kontext besten Funktionalitäten herausgestellt.

### 3.2.5 Evaluation

18 Artikel beschäftigen sich mit den *Evaluationsmöglichkeiten* von Interorganisationssystemen, Lieferketten oder elektronischen Marktplätzen. Während Arbeiten zur Wertbestimmung von IOS vor allem in den Jahren 2000 bis 2003 durchgeführt wurden, gewann SCM in den Folgejahren mehr an Bedeutung, das bis 2008 mit der Evaluation des Einsatzes von RFID-Applikationen immer noch ein aktueller Forschungsbereich ist. Neuere Artikel beschäftigen sich zudem verstärkt mit der Evaluation von elektronischen Marktplätzen, deren Auswahl und Bewertung Gegenstand der Forschung ist.

Interessant dabei ist, dass gut die Hälfte der entsprechenden Arbeiten (10) rein deskriptiver Natur sind, indem sie Evaluationsmodelle bzw. -rahmenwerke vorschlagen, allerdings nicht empirisch testen. Nur ein Drittel (6) der Artikel nutzt bei der Beantwortung der Forschungsfragen Fallstudien oder nachzuweisende Hypothesen.

### 3.2.6 Vertrauen

*Vertrauen* in der überbetrieblichen Kooperation von Geschäftspartnern spielt bei 15 der untersuchten Artikel die Hauptrolle. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Untersuchungen in Forschungsbereichen, die sich durch einen hohen Grad an Interaktion auszeichnen: E-Commerce, E-Marketplace und SCM. Bemerkenswert dabei ist die Tatsache, dass fast alle Artikel (13) bis 2005 veröffentlicht wurden, 2006 waren es nur noch zwei Beiträge. In den Jahren 2007 und 2008 konnte kein Artikel identifiziert werden, der sich direkt mit diesem Thema auseinandersetzt.

Gegenstand der Untersuchungen sind sowohl Eigenschaften von Vertrauen in überbetrieblichen Partnerschaften, als auch positiv bzw. negativ wirkende Einflüsse auf das Vertrauensverhältnis. Hier finden sich vor allem empirische Untersuchungen (10 Artikel, davon 8 positivistische Arbeiten).

### 3.2.7 Agenten

Eigenständig arbeitende *Agenten* bilden mit 11 vertretenen Artikeln eine Auswahl an ausschließlich design-orientierten Beiträgen, in denen entweder ein Software-Artefakt oder zumindest ein Modell erstellt wird.

In fast jedem Jahr sind ein oder zwei Artikel vertreten. Eine verstärkte Konzentration ist auf die Forschungsbereiche SCM und E-Marketplaces festzustellen, die mit jeweils drei Artikeln vertreten sind. Thematisch werden Problemlösungsansätze präsentiert, z.B. für ein Preisfindungsproblem in Lieferketten oder die Prozessorchestration.

### 3.2.8 Review

Ebenfalls 11 Artikel beschäftigen sich mit der Untersuchung von bereits geleisteten Forschungsarbeiten (*Review*). Davon begutachten allein 6 Reviews das Themengebiet Electronic Commerce.

Somit befindet sich hier eine Kategorisierung von relevanter Literatur auf einem aktuellen Stand (letzter Review zu diesem Themengebiet: 2007).

Die übrigen Literaturuntersuchungen (5) beschränken sich auf ausgewählte Forschungsgebiete wie Lieferketten, elektronische Marktplätze oder elektronischer Datenaustausch. Der neuste Review zum Thema Interorganisationssysteme stammt aus dem Jahr 2008 und setzt sich mit empirischen Arbeiten in diesem Bereich auseinander [33].

### 3.2.9 Institution

Risiko, Sicherheit, Machtverhältnisse und Stakeholder Management bestimmen fast die Hälfte der Beiträge mit thematischem Bezug zur *Institution* (4 von 10 Artikeln). Gleichzeitig sind dies besonders aktuelle Themen, da alle Abhandlungen aus dem Jahr 2008 stammen. Die übrigen Beiträge beschäftigen sich vor allem mit den Machtverhältnissen in elektronischen Marktplätzen, die aus den Jahren 2000 bis 2002 stammen.

Es werden dabei fast ausschließlich Fallstudien im Rahmen der empirischen Arbeiten genutzt (6 Artikel, davon 5 Positivisten), um bestehende Strukturen beobachten und verstehen zu können. Die übrigen Ansätze beschreiben Modelle, mit denen bestimmte Eigenschaften erklärt werden sollen (deskriptiv).

### 3.2.10 Partnerschaften

Das Themengebiet *Partnerschaften* beschäftigt sich mit der Auswahl der Kooperationspartner, mit Beziehungstypen und strategischen Partnerschaften zum Erhalt eines Wettbewerbsvorteils. Interessanterweise stammen die Artikel nur aus den Jahren 2001/2002 und 2007/2008.

Ein Wechsel in den Forschungsansätzen kann im direkten Vergleich nicht festgestellt werden. In den neueren Artikeln hingegen liegt der Schwerpunkt mehr auf den Beziehungstypen, die bei einer zwischenbetrieblichen Kooperation auftreten können, während ältere Artikel vor allem die generellen Motive zur Entstehung von zwischenbetrieblichen Partnerschaften erforschen.

### 3.2.11 Strategie

Forschungsarbeiten zur *Strategie*-Entwicklung im überbetrieblichen Kontext konnten in den Jahren 2007 und 2008 nicht mehr in den untersuchten Artikeln gefunden werden. Generell existieren nur wenige Beiträge, die sich mit der strategischen Ausrichtung eines Unternehmens im interorganisationellen Kontext beschäftigen. Die beiden Schwerpunkte liegen dabei in den Forschungsbereichen im E-Commerce und E-Procurement, in denen zum einen die allgemeine strategische Ausrichtung im E-Commerce behandelt wird, zum anderen Strategien zur erfolgreichen Einführung von E-Procurement diskutiert werden.

Dabei werden überwiegend Fallstudien (4 Artikel, interpretativ und positivistisch) dazu genutzt, um mögliche Strategien für eine überbetriebliche Integration festzustellen.

### 3.2.12 Standards

6 Artikel beschäftigen sich mit technologischen *Standards* zur Integration von überbetrieblichen Anwendungen. Die Diskussion beschränkt sich dabei überwiegend auf XML-Standards und deren Nutzen bzw. deren Unzulänglichkeiten. Bis 2005 ließ sich nur eine Publikation finden, die sich explizit mit elektronischen Austauschstandards beschäftigt hat (1 Artikel aus dem Jahr 2000). Alle anderen Artikel stammen aus den Jahren 2005 bis 2008.

Eine besondere Vorliebe für einen Forschungsansatz ist ebenfalls nicht zu erkennen. Die Hälfte der Beiträge nutzt Fallstudien, um den gegenwärtigen Stand des Einsatzes von Standards zu untersuchen, die andere Hälfte beschränkt sich auf eine konzeptionelle Diskussion über die Eigenschaften von elektronischen Austauschformaten (3 deskriptive Artikel).

### 3.2.13 Verhandlung

Mit 5 Artikeln stellen Beiträge zur elektronisch unterstützten *Verhandlung* einen relativ kleinen Teil der untersuchten Beiträge dar. Seit 2005 gab es zwei Jahre in Folge keinen weiteren Artikel mehr zu diesem Thema. Erst 2008 wurde diese Forschungsrichtung wieder aufgegriffen. Inhaltlich wird die technische und organisatorische Unterstützung der elektronischen Verhandlungs- und Vertragsgestaltung thematisiert. Dabei wurden zu Beginn vor allem Systeme und Anwendungen untersucht bzw. entworfen, die eine elektronische Unterstützung von Verhandlungen realisierten. Die neueste Arbeit aus dem Jahr 2008 fokussiert eine prozessbezogene Sicht auf dieses Themengebiet, indem sie ein Prozessmodell für E-Negotiation entwirft.

Dazu werden ausschließlich deskriptive Ansätze gewählt, die auf Anwendungs- und Modellebene Forschungsergebnisse beschreiben. Eine empirische Untersuchung dieses Themengebiets konnte im Verlauf dieser Arbeit nicht gefunden werden.

### 3.2.14 Geschäftsmodelle

*Geschäftsmodelle* im überbetrieblichen Kontext werden in 3 Beiträgen hinsichtlich ihrer Entstehung und ihrer Klassifikation untersucht. Ein Artikel vergleicht dabei mehrere Geschäftsmodelle für elektronische Marktplätze, ein Beitrag beschreibt ein Rahmenwerk zur Erstellung von Geschäftsmodellen für Intermediäre, während die letzte Arbeit eine Taxonomie für Geschäftsmodelle im E-Commerce aufstellt. Der jüngste Beitrag stammt dabei aus dem Jahr 2002. Abgesehen von einer empirischen Studie werden in den jeweiligen Artikeln deskriptive Ansätze gewählt.

### 3.2.15 Theorie

Die *Theorie*-bezogenen Artikel erweitern bzw. postulieren neue theoretische Ansätze im E-Business und E-Commerce. Dazu werden deskriptive Ansätze angewendet, mit denen die jeweilige theoretische Neuentwicklung begründet wird. Die Artikel stammen aus den Jahren 2000, 2003 und 2006, so dass hier kein besonderes zeitliches Merkmal erkannt werden kann. Inhaltlich geht es dabei um die Zusammenführung von Informationssystemen im Unternehmen und E-Business, dem Paradigma E-Service und den auf organisatorischer Ebene stattfindenden Informationsaustausch.

### 3.2.16 Lehrstudien

Zuletzt sind die beiden *Lehrstudien* aus den Jahren 2004 und 2006 zu erwähnen, die sich mit überbetrieblichen Szenarien im Rahmen der Forschung und Lehre auseinandersetzen. Ein besonderer Forschungsansatz kann hier nicht genannt werden, da es sich um die Wiedergabe von Lehrinhalten handelt. Trotzdem wurden diese Artikel in die Literaturübersicht mit aufgenommen, da die Weitergabe von Wissen ebenso ein Teil der Forschung und Lehre ist, wie die Forschung selbst.

## 3.3 Historische Entwicklung

Es zeigt sich, dass in den Jahren 2002 bis 2005 die größte Anzahl von B2B-relevanten Artikeln veröffentlicht wurde. Thematisch ist dies vor allem mit Artikeln zu den Forschungsbereichen Electronic Commerce, Electronic Marketplace und Electronic Business zu begründen, die in allen 4 Jahren einen bedeutenden Anteil an

den Publikationen hatten. Im Jahr 2005 kamen zusätzlich noch eine Reihe Artikel zum Thema Web Services hinzu, so dass hier die größte Anzahl an B2B-relevanten Artikeln zustande kam. Gleichzeitig ist in diesem Zeitraum bis auf das Jahr 2003 eine hohe Anzahl von Artikeln in A+, A und B gerankten Journalen festzustellen.

Unter den allgemeinen Überschriften E-Commerce und E-Marketplace wurden im Jahr 2002 besonders Themen wie Vertrauen, Partnerschaft, Technologische Anpassung und Technologische Auswirkung untersucht. Technologische Anpassung spielte auch im Jahr 2003 in A+, A- und B-Journalen eine wichtige Rolle, wobei zusätzlich eine prozess- bzw. workflow-basierte Sicht hinzukam, die verstärkt auf Institutions-relevante Themenstellungen eingeht. Im Jahr 2004 trat die Betrachtung von Technologischen Auswirkungen wieder in den Vordergrund. Zusätzlich bestimmen auch die Themen Vertrauen und die Konstruktion von Architekturen und Modellen die Inhalte der Beiträge. Das Schwerpunktthema Vertrauen, das bereits 2002 große Berücksichtigung fand, kommt im Jahr 2005 erneut verstärkt in den Fokus. Das Thema der Technologischen Anpassung ist wieder stark vertreten.

Betrachtet man die gesamte Verteilung der Themenschwerpunkte auf die 4 Rankings unabhängig von der Zeit (vgl. Tabelle 5), so lässt sich feststellen, dass 5 Themengebiete in A-Journalen bis 2008 keine Rolle gespielt haben: Geschäftsmodelle, Strategien, Verhandlungen, Theorien und Lehrstudien. Lässt man die Lehrstudien und Theorien aufgrund ihres besonderen Status weg, so sind trotzdem 3 Themenschwerpunkte mit direktem wirtschaftlichen Bezug nicht in den höchstrangigen Journalen vertreten.

**Tabelle 5: Ranking und thematischer Schwerpunkt**

Themen-schwerpunkt	A+	A	B	C
Agenten	1		6	4
Entwicklung	1	1	15	37
Evaluation	1		5	12
Funktionalität	1		2	16
Geschäftsmodelle			1	2
Lehrstudie			2	
Organisation		2	2	6
Partnerschaft	1	2	2	4
Review		1	7	3
Standards		1	1	4
Strategien			2	6
Technologische Anpassung	1	2	19	38
Technologische Auswirkung		1	16	46
Theorien			1	2
Verhandlungen			3	2
Vertrauen		1	10	4

Werden alle Themenschwerpunkte mit 10 oder weniger Artikeln berücksichtigt, so kommen zusätzlich zu den weiter oben genannten Inhalten auch die Bereiche Organisation und Standards mit 10 bzw. 6 Veröffentlichungen sehr selten vor.

## 4. Diskussion

In der folgenden Diskussion werden die wichtigsten Erkenntnisse dieser Literaturuntersuchung vor dem Hintergrund der zugrundeliegenden Forschungsfrage noch einmal zusammengefasst:

*Was sind die wichtigsten Forschungsthemen für B2B-Integration der jüngeren Vergangenheit und für die Zukunft?*

### 4.1 Forschungsansatz

Über alle 297 untersuchten Artikel ist die Anzahl der vier Forschungsansätze eher unregelmäßig verteilt. Deskriptive Arbeiten haben dabei ein leichtes Übergewicht zu positivistischen oder design-orientierten Abhandlungen, die sich in etwa die Waage halten. Interpretative Arbeiten finden sich vergleichsweise seltener.

Aus diesen Zahlen allein ist nur abzulesen, dass sich interpretative Forschungsarbeiten immer noch in der Minderheit befinden, obwohl im Vergleich zu anderen durchgeführten Literaturuntersuchungen deren Anteil in unserer Untersuchung relativ gesehen hoch ist (vgl. [40], [39]). Ein eindeutiger Trend für eine der vier Forschungsansätze in der B2B-Forschung ist nicht zu erkennen

### 4.2 Thematische Verteilung und historische Entwicklung

Verlässt man sich auf die absolute Anzahl der Artikel mit Bezug zu einem bestimmten Thema, so sind Themen rund um die *Technologische Anpassung* und *Auswirkung* von überbetrieblichen Lösungen sowie deren *Konstruktion* mit Abstand als wichtigste Forschungsthemen im Bereich B2B der letzten Jahre zu nennen. Bezieht man die chronologische Entwicklung mit ein, so sind die drei Gebiete sozusagen zeitlos. In jedem der untersuchten 9 Jahre von 2000 bis 2008 gab es eine etwa gleich hohe Anzahl von Artikeln mit entsprechendem Fokus. Daher ist davon auszugehen, dass diese Themengebiete auch weiterhin aktuell bleiben werden. Als bereits etabliert, aber durch die neu angestoßene Forschung wieder als aktuell eingestuft, sind die Themen Institution, Partnerschaften, Standards und Verhandlungen zu nennen.

Geht man nach Forschungsbereichen vor, so stellen Arbeiten zu E-Business und E-Commerce mit über 70 Artikeln den größten thematischen Bereich, in dem B2B-Forschung betrieben wird. Während in den Jahren 2000 bis 2004 oftmals Geschäftsmodelle, Strategien und allgemein die Anpassung von B2B-Initiativen Kernthemen waren, verlagerte sich der Schwerpunkt in den Jahren bis 2008 mehr auf die Auswirkungen und Folgen. Ähnlich der von Wareham et al. [40] getroffenen Aussage zum dot.com Crash ist hier festzustellen, dass nach der Euphorie Anfang des neuen Jahrtausends verstärkt über den Einsatz von Interorganisationssystemen und deren Wirkung nachgedacht wurde.

Als wichtige, fachlich enger gesteckte Bereiche sind E-Marketplaces, SCM und E-Procurement zu nennen (44, 35 und 21 Artikel). Bei elektronischen Marktplätzen ist seit 2002 bis jetzt die Technologische Anpassung ein zentrales Thema. Dies zeigt, dass eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den Technologischen Auswirkungen dieser Organisationsform im Unternehmensumfeld, wie im E-Commerce, noch nicht ausreichend geführt wurde. Anders verhält es sich mit dem Forschungsbereich SCM.



Gerade hier werden sehr oft die Folgen einer Nutzung dieses Managementansatzes und der dazugehörenden Systeme untersucht. Dabei werden neuere Ansätze und Technologien wie Real-Time Processing und RFID behandelt. Im E-Procurement werden sowohl Anpassung als auch Auswirkung erforscht. Dieser Forschungsbereich ist eher durch seine neu gewonnene Aktualität interessant, da mehr als die Hälfte aller Artikel zu diesem Thema seit 2006 erschienen sind, davon allein vier in 2008.

Betrachtet man die branchenspezifischen Fallstudien, stellt man fest, dass typische Branchen wie die Automobilindustrie oder Unternehmen aus der Finanzbranche, die Vorreiter im elektronischen Datenaustausch sind, mit je drei Fallstudien (von insgesamt 27 Artikeln) vergleichsweise oft vorkommen. Der Bereich Gesundheitswesen hat sich mit ebenfalls drei Fallstudien als interessantes Forschungsobjekt etabliert. Andere Branchen (z.B. Handel) fehlen jedoch fast vollständig. Hier ist für eine breite empirische Datenbasis eine Komplettierung weiterer Branchen wichtig, da so ggf. neue auftretende Problemstellungen erforscht werden können.

## 5. Fazit

B2B-Integration hat für Unternehmen in einer sich technologisch schnell weiter entwickelnden Welt einen großen Stellenwert. Anfangs noch basierend auf der reinen elektronischen Datenübermittlung, hat sich die überbetriebliche Integration auf viele Bereiche des wirtschaftlichen Handelns ausgeweitet. Auf technischer, organisatorischer und institutioneller Ebene gibt es zahlreiche Fortschritte und Forschungsprojekte.

Die Motivation für diesen Artikel war es, diesen Fortschritt und die dazugehörige Forschung systematisch zu klassifizieren, bezüglich ihrer thematischen Schwerpunkte zu analysieren und Impulse für die kommenden Jahre in diesem Forschungsgebiet zu liefern. Dazu wurden insgesamt 40 wissenschaftliche Journale mit den thematischen Schwerpunkten Wirtschaftsinformatik, Informationsmanagement und Electronic Commerce untersucht. 15116 Artikel aus den Jahren 2000 bis 2008 wurden auf ihre thematische Zugehörigkeit zum Thema B2B-Integration geprüft. Nach 3 Suchläufen über die gesamte Liste der gesammelten Artikel wurden 297 Beiträge mit einem direkten Bezug zu B2B-Integration identifiziert und analysiert. Dabei haben sich unter anderem folgende Ergebnisse gezeigt:

- Die Erforschung der Themenschwerpunkte Technologischen Anpassung, Technologische Auswirkung und Entwicklung ist über alle Jahre hinweg mit gleicher Intensität fortgeführt worden, so dass zu erwarten ist, dass diese Schwerpunktthemen angesichts der sich ständig weiterentwickelnden Technologien auch in Zukunft aktuell bleiben werden.
- Als neu bzw. wieder neu aufgegriffene Themenschwerpunkte konnten Institution, Partnerschaften, Standards und Verhandlungen identifiziert werden.
- Der Forschungsbereich E-Marketplace ist noch nicht ausreichend erforscht in Bezug auf technologische Auswirkungen
- Im Bereich der Fallstudien ist eine Erweiterung der empirischen Datenbasis für eine Vervollständigung der Ergebnisse notwendig.

Zusätzlich konnten weitere, wirtschaftlich relevante Themenbereiche identifiziert werden, die in den letzten Jahren in hochrangi-

gen Journalen vertreten waren und im Zuge der Weiterentwicklung dieses Forschungsgebietes Einzug in die breite Forschung haben könnten: Vertrauen, Macht, Risiko, Sicherheit, Agenten.

## 6. Limitationen

Ob tatsächlich eines oder alle dieser Themen im Verlauf der Zeit eine größere Verbreitung in der B2B-Forschung finden werden, bleibt abzuwarten. Der Bedarf der Wirtschaft an Forschung in diesen Bereichen ist sicherlich gegeben, da die meisten dieser Themen auf institutionelle Rahmenbedingungen einer überbetrieblichen Partnerschaft eingehen. Trotzdem kann über eine bestimmte Weiterentwicklung nur spekuliert werden.

Zudem kann eine solche Analyse immer nur einen Ausschnitt der aktuellen Forschung betrachten. Konferenzpapiere, Buchpublikationen und andere Forschungsausgaben wurden nicht in diese Literaturuntersuchung einbezogen. Der Grund dafür lag in der Sicherstellung der Qualität der untersuchten Publikationen und der Vergleichbarkeit.

Zuletzt haben wir nur den Zeitraum von 2000 bis 2008 berücksichtigt. Die Aufnahme von älteren bzw. neueren Publikationen kann gegebenenfalls den Gesamteindruck beeinflussen.

## 7. REFERENZEN

- [1] Alonso, G., Casati, F., Kuno, H. und Machiraju, V. 2003. *Web Services: Concepts, Architectures and Applications*. Springer Verlag, Berlin.
- [2] Alt, R. 1997. *Interorganisationssysteme in der Logistik: Interaktionsorientierte Gestaltung von Koordinationsinstrumenten*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [3] Alt, R., Fleisch, E. 2001. Business Networking Systems: Characteristics and Lessons Learned. *International Journal of Electronic Commerce*. Vol. 5, No.2, 7-27.
- [4] Avison, D., Dwivedi, Y.K., Fitzgerald, G. und Powell, P. 2008. The beginnings of a new Era: Time to reflect on 17 years of the ISJ. *Information Systems Journal*. Vol. 18, No. 1, 5-21.
- [5] Barrett, S., Konsynski, B. 1982. Inter-Organisation Information Sharing Systems. *MIS Quarterly*. Special Issue 1982, 93-105.
- [6] Brocke, J. vom, Simons, A., Niehaves, B., Riemer, K., Plattfaut, R. und Cleven, A. 2009. Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: *Proceedings of the 17th European Conference On Information Systems* (Verona, Italy, Juni 08-10, 2009). ECIS 2009, 789-801.
- [7] Bussler, C. 2003. *B2B Integration: Concepts and Architecture*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [8] Buxmann, P. 1996. *Standardisierung betrieblicher Informationssysteme*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [9] Chatterjee, D., Segars A. H. und Watson R. T. 2006. Realizing the Promise of E-Business: Developing and Leveraging Electronic Partnering Options. *California Management Review*. Vol. 48, No.4, 60-83.
- [10] Chen, W.S. und Hirschheim, R. 2004. A paradigmatic and methodological examination of information systems research from 1991 to 2001. *Information Systems Journal*, Vol. 14, No. 3, 197-235.

- [11] Clark, T.H. und Stoddard, D.B. 1996. Interorganizational Business Process Redesign: Merging Technological and Process Innovation. *Journal of Management Information Systems*. Vol. 13, Issue 2, 9-29.
- [12] Daniel, E.M. und White, A. 2005. The future of inter-organisational system linkages: findings of an international Delphi study. *European Journal of Information Systems*. Vol. 14, No. 2, 188-203.
- [13] Erl, T. 2005. *Service-Oriented Architecture*. Prentice Hall, New York.
- [14] European Commission 2007. *The European e-Business Report (2006/2007 Edition): A portrait of e-business in 10 sectors of the EU economy*. European Commission, Brüssel.
- [15] Fleisch, E. und Österle, H. 2000. A Process-oriented Approach to Business Networking. *Electronic Journal of Organizational Virtualness*, Vol. 2, No. 2, 1-18.
- [16] Frank, U. 2003. Einige Gründe für die Wiederbelebung der Wissenschaftstheorie. *Die Betriebswirtschaftslehre*. Jahrgang 63, Nr. 3, 278-292.
- [17] Fricke, M., Weitzel, T., König, W. und Lampe, R. 2002. EDI and Business-to-Business Systems: The Status Quo and the Future of Business Relations in the European Automotive Industry. In *Proceedings of the 6th Pacific Asia Conference on Information Systems* (Tokio, Japan, September 02-04, 2002). PACIS 2002.
- [18] Galbraith, J.R. 1969. Organization Design: An Information Processing View. *Interfaces*. Vol. 4, Issue 3, 28-36.
- [19] Hayes, B. 2008. Cloud computing. *Communications of the ACM*, Vol. 51, No. 7, 9-11.
- [20] Hennig-Thurau, T., Walsh, G. und Schrader, U. 2004. VHB-JOURQUAL: Ein Ranking von betriebswirtschaftlich-relevanten Zeitschriften auf der Grundlage von Expertenurteilen. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*. Jahrgang 56, 520-543.
- [21] Hevner, A., March, S., Park, J. und Ram, S. Design science in information systems research. *MIS Quarterly*. Vol. 28, No. 1, 75-105.
- [22] Hofstetter, J. und Jones, C.C. 2005. *The Case for ECR. A review and outlook of continuous ECR adoption in Western Europe*. Efficient Consumer Response (ECR) Europe, Brüssel.
- [23] Iacovou, C., Benbasat, I. und Dexter, A. 1995. Electronic data interchange and small organisations: adoption and impact of technology. *MIS Quarterly*. Vol. 19, No. 4, 495-479.
- [24] Jackson, G.B. 1980. Methods for Integrative Reviews. *Review of Educational Research*. Vol. 50, No. 3, 438-460.
- [25] Johnston, H.R. und Vitale, M.R. 1988. Creating competitive advantage with Interorganizational Information systems, *MIS Quarterly*. Vol. 12, No. 2, 153-165.
- [26] Keen, P.G.W. und Mc Donald, M. 2000. *The e-Process Edge: Creating Customer Value and Business Wealth in the Internet Era*. McGraw-Hill, Berkeley.
- [27] Klein, S. 1996. *Interorganisationssysteme und Unternehmensnetzwerke*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [28] Levy, Y. und Ellis, T.J. 2006. A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. *Informing Science*. 9, 181-212.
- [29] B. J. Lheureux, P. Malinverno und L.F. Kenney: *Key Issues for Multienterprise B2B Integration*. Technical Report G00165369, Gartner Research, 2009.
- [30] Massetti, B. und Zmud, R.W. 1996. Measuring the extent of EDI usage in complex organisations: strategies and illustrative examples. *MIS Quarterly*. Vol. 20, No. 3, 331-345.
- [31] Mertens, P. 1966. *Die zwischenbetriebliche Kooperation und Integration bei der automatisierten Datenverarbeitung*. Habilitation, Technische Hochschule München. Anton Hain Verlag, Meisenheim am Glan.
- [32] Orlikowski, W.J. und Baroudi, J.J. 1991. Studying Information Technology in Organizations: Research Approaches and Assumptions. *Information Systems Research*. Vol. 2, No. 1, 1-28.
- [33] Robey, D., Im, G. und Wareham, J. D. 2008. Theoretical Foundations of Empirical Research on Interorganizational Systems: Assessing past contributions and guiding future directions. *Journal of the Association of Information Systems*. Vol. 9, Issue 9, 497-518.
- [34] Schissler, M., Mantel, S., Ferstl, O. und Sinz, E. 2002. Koppelungsarchitekturen zur überbetrieblichen Integration von Anwendungssystemen und ihre Realisierung mit SAP/R3. *Wirtschaftsinformatik*, Vol. 44, No.6, 459-68.
- [35] Schumann, M. 1990. Abschätzung von Nutzeffekten zwischenbetrieblicher Informationsverarbeitung. *Wirtschaftsinformatik*. Vol. 32, No. 4, 307-319.
- [36] Silberberger, H. 2003. *Collaborative Business und Web Services: Ein Managementleitfaden in Zeiten technologischen Wandels*. Springer Verlag, Berlin.
- [37] Torraco, R.J. 2005. Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review*. Vol. 4, No. 3, 356-367.
- [38] Venkatraman, N. und Henderson, J.C. 1998. Real Strategies for Virtual Organizing. *Sloan Management Review*. Vol. 40, Issue 1, 33-48.
- [39] Wang, S., Zheng, S., Xu, L., Li, D. und Meng, H. 2008. A literature review of electronic marketplace research: Themes, theories and an integrative framework. *Information Systems Frontiers*. Vol. 10, No. 5, 555- 571.
- [40] Wareham, J., Zheng, J.G. und Straub, D. 2005. Critical themes in electronic commerce research: a meta-analysis. *Journal of Information Technology*. Vol. 20, 1-19.
- [41] Webster, J. und Watson, R.T. 2002. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*. Vol. 26, No. 2, xiii- xxiii.
- [42] Wölflle, R. und Schubert, P. (Editors) 2007. *Business Collaboration: Standortübergreifende Prozesse mit Business Software*. Hanser Verlag, München, Wien.
- [43] Zwass, V. 1996. Electronic Commerce: Structures and Issues. *International Journal of Electronic Commerce*. Vol. 1, No. 1, 3-23.

# Konzeption und Umsetzung eines DSS zur robusten Ressourcenbelegungsplanung im Spezialmaschinenbau

Christian Gahm

Universität Augsburg  
86159 Augsburg  
+49 821 598-4359

christian.gahm@wiwi.uni-augsburg.de

Jens Kruse

Universität Augsburg  
86159 Augsburg  
+49 821 598-4420

jens.kruse@wiwi.uni-augsburg.de

## ABSTRACT

Die operative Produktionsplanung im Spezialmaschinenbau ist durch eine erhöhte Unsicherheit (Informationsdynamik und Störungen) gekennzeichnet, die von APS- und PPS-Systemen bisher zumeist nur unzureichend berücksichtigt wird. Vor diesem Hintergrund wird in diesem Beitrag ein Planungsansatz zur Bestimmung robuster Ressourcenbelegungspläne konzipiert. Die simulationsbasierte Dimensionierung von Korrekturfaktoren und die Umsetzung als DSS geben dem Entscheidungsträger die Möglichkeit, gemäß seiner Risikopräferenz in die Planung einzugreifen. Die bei der Konzeption des Ansatzes fokussierte praktische Anwendbarkeit zeigt sich in den Ergebnissen, die auf den realen Daten eines Unternehmens der Luftfahrtindustrie basieren.

## Keywords (Schlüsselwörter)

Operative Produktionsplanung, Unsicherheit, Robustheit, Simulation, Decision Support System

## 1. Einleitung

Die Verschärfung der Wettbewerbssituation für produzierende Unternehmen im Zuge der Globalisierung, dem Wandel der Marktbeziehungen und dem technologischen Fortschritt hat nicht nur zu einem erhöhten Druck zur Kostenreduktion, sondern auch zur Erweiterung der primären Zielsetzungen um das Ziel der Kundenzufriedenheit geführt. Diese Kundenzufriedenheit soll durch eine umfassende Kundenorientierung erreicht werden, indem die zunehmend heterogenen Kundenbedürfnisse nach individualisierten Produkten, geringen Preisen, hoher Qualität, kurzer Lieferzeit, hoher Liefertreue und individuellem Service befriedigt werden. Insbesondere der deutsche Maschinen-, Anlagen- und Großfahrzeugbau hat auf die neue Wettbewerbssituation mit einer Individualisierung und Segmentierung des Leistungsangebots reagiert und bietet hochkomplexe, kundenspezifische Spitzenprodukte – Spezialmaschinen – für bestimmte Marktsegmente an.

Neben den spezifischen Eigenschaften von Produktionssystem und -prozess ([3]) muss bei der Planung der Produktion von Spezialmaschinen insbesondere die erhöhte *Unsicherheit* der pla-

nungsrelevanten Informationen berücksichtigt werden. Diese Unsicherheit resultiert zum einen aus dem dynamischen Umfeld, in dem operative Planung grundsätzlich stattfindet (*Informationsdynamik*), zum anderen aus stochastischen Einflüssen auf den Produktionsprozess (*Störungen*). Die erhöhte Unsicherheit bei der operativen Produktionsplanung im Spezialmaschinenbau liegt in den besonderen Eigenschaften des Produkts begründet. Der *aktuellste Stand der Technik*, die *hohe Produktkomplexität* und der *hohe manuelle Aufwand in der Montage* können beispielsweise zu stark variierenden Bearbeitungszeiten führen. Auch die *lange Montagedauer* von mehreren Monaten und die Kundenspezifität der Produkte verstärken, bspw. auf Grund von Änderungen der Produktspezifikation, die Unsicherheit. Ein weiterer bei der Planung zu berücksichtigender Aspekt ist die *hohe Wertigkeit* (mehrere Millionen Euro) des Produkts.

Zur Berücksichtigung von Unsicherheit bei der Planung wurden von Seiten der Wissenschaft in den letzten Jahren verschiedene Planungskonzepte und -methoden entwickelt (Übersichten sind bspw. bei [1], [2], [7], [25] oder [28] zu finden), deren Anwendung jedoch stets problemspezifisch erfolgen muss ([25] S. 205). Aktuelle Advanced Planning and Scheduling Systeme (APS) sowie Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme (PPS) beziehen jedoch das grundlegende Problem der Unsicherheit oft nur unzureichend in die Planung mit ein ([7] S. 14).

Der vorliegende Beitrag kombiniert und integriert bestehende, problemspezifisch weiterentwickelte Konzepte und Methoden zu einem umfassenden Planungsansatz für eine robuste Ressourcenbelegungsplanung im Spezialmaschinenbau. Um dessen Anwendbarkeit und Akzeptanz in der betrieblichen Praxis zu gewährleisten, wird bereits bei dessen Konzeption die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Konzepte und Methoden sowie die informationstechnische Umsetzbarkeit fokussiert. Das resultierende *Decision-Support-System* (DSS) berücksichtigt dabei die vorliegende Informationsdynamik und das erhöhte Störungsrisiko und stellt dem Entscheidungsträger die notwendigen Werkzeuge und Informationen bereit, um situationspezifisch Pläne entwickeln zu können.

## 2. Problemstellung

Grundlage für die Entwicklung eines Planungsansatzes bzw. einer Planungssoftware ist die Spezifikation eines Anforderungsprofils bestehend aus Aufgaben und Zielen. Hierzu bedarf es einer detaillierten Analyse des Produktionssystems und -prozesses sowie der Zielsetzungen des Unternehmens. Da insbesondere Unsicherheit bei der Planung berücksichtigt werden soll, muss auch eine Analyse von deren Ursachen und Auswirkungen erfolgen.

## 2.1 Anforderungsprofil

Zur Umsetzung einer kundenspezifischen Produktion (kundenindividuelle Einzelfertigung) existieren grundsätzlich verschiedene Strategien, die unterschiedliche Zeitpunkte (Entkopplungspunkte) vorsehen, an denen die Kundenspezifität Einfluss auf den Prozess der Leistungserstellung nimmt. Zur Steigerung der Effizienz des gesamten Leistungserstellungsprozesses wird im Spezialmaschinenbau, ähnlich zur Automobilindustrie, die Kundenspezifität durch eine kundenauftragsspezifische Montage des Endprodukts aus Komponenten und Teilen gewährleistet (*Assemble-to-Order* oder *Configure-to-Order*). Die Montage der Spezialmaschinen ist dabei durch eine Anordnung der Arbeitssysteme nach dem Objektprinzip und einen einheitlichen Materialfluss gekennzeichnet. Da eine Montage mit zeitlicher Bindung (Taktfertigung) auf Grund der heterogenen Aufträge (kundenauftragsspezifische Arbeitspläne) und des geringen Automatisierungsgrads der Montage nicht zielführend ist, wird eine *Reihenmontage* präferiert, um durch die zeitliche Entkopplung der einzelnen Montagestationen die notwendige Flexibilität für die Montage unterschiedlichster Kundenaufträge gewährleisten zu können.

Die Montage eines Auftrags  $j$  gliedert sich somit in einzelne Montageschritte  $o_{j,s}$  (Operationen), die auf sequentiell angeordneten Montagestationen  $s$  durchgeführt werden. Jede Operation definiert dabei einen bestimmten Ressourcenbedarf, ein Arbeitspaket  $wp_{j,s}$  (Anzahl an Stunden), dessen Bearbeitung beliebig unterbrochen werden kann. Durch die Mitarbeiter jeder Montagestation wird je Schicht  $t$  ein (variierendes) Ressourcenangebot  $r_{s,t}$  definiert. Aufgabe der Ressourcenbelegungsplanung (engl. „resource allocation planning“) ist die schichtgenaue Zuordnung der Operationen zu den Montageressourcen und die Festlegung der Intensität, mit der in einer Schicht eine Operation bearbeitet wird. Dabei müssen zum einen die vorhandenen Kapazitäten der Montageressourcen berücksichtigt werden, zum anderen müssen die durch die Produktionsprogramm- bzw. Kundenauftragsplanung vorgegebenen Rahmenterminale in Form von frühesten Startterminen (Materialverfügbarkeitsterminen)  $esd_{j,s}$  je Operation sowie Fertigstellungstermine ( $dl_j$ ) je Montageauftrag eingehalten werden. Eine technische Restriktion stellt die maximale Anzahl an Mitarbeitern ( $w_s^{MAX}$ ) dar, die je Station gleichzeitig einen Auftrag bearbeiten können. Im Operations Research wird dieses Planungsproblem als ein *Hybrid-Flow-Shop-Problem mit variablen Bearbeitungsintensitäten und unterbrechbaren Operationen* bezeichnet.

Bei der Ressourcenbelegungsplanung im Spezialmaschinenbau ist die Einhaltung der Fertigstellungstermine sowohl für die Erreichung der Zielsetzung Kundenzufriedenheit (insb. der „Loss of goodwill“ im Falle verspäteter Lieferungen) als auch für die Kostenreduktion (Reduzierung der Lieferverzugskosten) von zentraler Bedeutung. Aus diesem Grund wird als primäres Ziel eine „absolute Termintreue“ verfolgt. Da bei der Herstellung von Spezialmaschinen die Kapitalbindungskosten auf Grund der hohen Wertigkeit des Produkts bzw. dessen Komponenten und Teilen einen wesentlichen Anteil der Produktionskosten ausmachen, wird als zweites Ziel deren Minimierung durch eine Minimierung der „Work-in-Process“-Bestände (WIP-Bestände) verfolgt. Auf Grund der oftmals problematischen wertorientierten Erfassung von Beständen, wird als operatives Ersatzziel eine Minimierung der Durchlaufzeit angestrebt (aus diesem Grund

wird auch keine beide Ziele umfassende kostenorientierte Zielfunktion herangezogen). Eine Verkürzung der Durchlaufzeit würde jedoch bei gleichen Startterminen lediglich zu einer Verlagerung von WIP-Beständen zu Fertigerzeugnisbeständen führen und die Kapitalbindungskosten nicht reduzieren, sondern sogar erhöhen. Aus diesem Grund werden stattdessen möglichst späte Starttermine angestrebt, also eine *Maximierung der Montagestarttermine*. Mit diesen späteren Startterminen gehen spätere Materialdispositions- und -bereitstellungstermine einher, wodurch die angestrebten Bestandsreduzierungen realisiert werden können. Zusammenfassend ergeben sich damit die beiden Ziele „absolute Termintreue“ und „Maximierung der Starttermine“, wobei ersteres als Satisfizierungsziel und letzteres als Extremierungsziel definiert wird.

Durch die Maximierung der Starttermine auf den Montagestationen werden nicht nur die Durchlaufzeit und damit die Bestände reduziert, sondern auch ein maximal dichter Plan zur Bearbeitung der Operationen erzeugt. Hieraus verstärkt sich das bereits eingangs angeführte Problem der erhöhten Unsicherheit, da sich jede Verzögerung während der Durchführung negativ auf den Fertigstellungstermin eines Auftrags und damit auf das primäre Ziel „Termintreue“ auswirken kann. Aus diesen und den vorangegangenen Überlegungen zur Unsicherheit lässt sich unmittelbar die Forderung nach einer ausreichenden *Robustheit* der Ressourcenbelegungspläne ableiten, um so die erfolgsmindernden Auswirkungen der Unsicherheit zu neutralisieren oder zumindest zu reduzieren. Nach Scholl ([25] S. 93) liegt Robustheit eines Plans dann vor, wenn "die Realisierung des Plans – ggf. in modifizierter Form – für (nahezu) jede denkbare zukünftig eintretende Umweltlage zu guten bzw. akzeptablen Ergebnissen im Hinblick auf die bei der Planung verfolgten Ziele führt“. Grundsätzlich lassen sich sechs verschiedene Kriterien für die Beurteilung der Robustheit eines Plans heranziehen ([25] S. 98 ff.), wobei für die operative Produktionsplanung im Spezialmaschinenbau folgende Kriterien von hervorgehobener Bedeutung sind:

- *Ergebnisrobustheit* bezieht sich auf die durch einen Plan für alle denkbaren Umweltentwicklungen erzielbare Höhe der Ergebnisse.
- *Zulässigkeitsrobustheit* bezeichnet die Eigenschaft eines Plans, für jede potentielle Umweltentwicklung zulässig zu sein bzw. nur wenig von der Zulässigkeit abzuweichen. D.h. der Plan ist wie geplant oder mit geringen Modifikationen durchführbar.
- *Planungsrobustheit* bezieht sich auf die erwünschte Eigenschaft der Planungsstabilität bzw. die nicht erwünschte Planungsnerosität. Ein Plan ist dann als planungsrobust zu bezeichnen, wenn vollständig oder teilweise realisierte sowie vorläufige Entscheidungen bei Eintritt einer bestimmten Umweltentwicklung nicht bzw. nur in geringem Umfang revidiert werden müssen.

Die Kriterien Optimalitäts-, Bewertungs- und Informationsrobustheit sind bzgl. der vorliegenden Problemstellung zu vernachlässigen, da die Berechnung eines optimalen Plans nicht effizient möglich ist (vgl. 3.3), keine unscharfen Bewertungsansätze herangezogen werden und der vorliegende Informationsstand nicht bzw. nur mit sehr hohem Aufwand oder Einschränkungen für den Kunden verbessert werden könnte.

Aufgabe einer robusten Ressourcenbelegungsplanung ist demnach die Zuordnung von Operationen zu Montageressourcen mit dem

Ziel einer absoluten Termintreue und möglichst späten Startterminen sowie einer möglichst hohen Ergebnis-, Zulässigkeits- und Planungsrobustheit.

## 2.2 Problemspezifische Ursachen und Auswirkungen der Unsicherheit

Die Unsicherheit bzgl. der planungsrelevanten Informationen kann unter anderem auf zwei grundlegende Ursachen zurückgeführt werden. Erstens auf die im Zeitablauf stattfindenden Informationsänderungen in einem dynamischen Umfeld – *Informationsdynamik* – und zweitens auf stochastische Einflüsse auf den Produktionsprozess – Störungen (vgl. [7], [15] und [23] bzw. [26], [28] und [29]).

Informationsdynamik und Störungen wirken sich bzgl. der Ressourcenbelegungsplanung auf den Ressourcenbedarf bzw. das Ressourcenangebot aus. Zu unterscheiden ist dabei zwischen zwei unterschiedlichen Auswirkungen. Zum einen kann ein *zusätzlicher Ressourcenbedarf*, bspw. durch eine Änderung der Kundenspezifikation oder Nacharbeit, zum anderen ein *verzögerter Ressourcenbedarf* (Ressourcenbedarf, der zu einem späteren Zeitpunkt als ursprünglich geplant zu decken ist), bspw. durch die Verschiebung von Materialverfügbarkeitsterminen oder Lieferverzögerungen, entstehen.

Informationsdynamik kann im Allgemeinen nach dem „Ort“ ihrer Entstehung klassifiziert werden, wobei zwischen exogenen Ursachen (außerhalb des Einflussbereichs des Unternehmens) und endogenen Ursachen (innerhalb des Einflussbereichs des Unternehmens) unterschieden wird.

Exogene Ursachen der Informationsdynamik:

- Grundsätzlich herrscht Unsicherheit darüber, ob externe Zulieferer die mittelfristig in der Materialbedarfs- und Produktionsprogrammplanung festgelegten Liefertermine und Liefermengen einhalten oder nicht, wodurch es zu Verschiebungen der frühesten Starttermine kommen kann.
- Im Allgemeinen spielt die Nachfrageunsicherheit bei der nicht-auftragsorientierten Produktion eine große Rolle. Im auftragsorientierten Spezialmaschinenbau ist die Anzahl der Aufträge für einen bestimmten Zeitraum als weitgehend bekannt und deterministisch einzuschätzen.
- Eine sehr problemspezifische Ursache der Informationsdynamik ist der langen Montagedurchlaufzeit und der Kundenspezifität geschuldet. Um einen möglichst hohen Grad an Kundenzufriedenheit zu erlangen, werden dem Kunden Änderungen der Produktspezifikation häufig bis zum Beginn der Montage und darüber hinaus ermöglicht, wodurch sich die Materialbedarfe und Arbeitspläne ändern können.

Endogene Ursachen der Informationsdynamik:

- Neben den externen Zulieferern sind auch die internen Zulieferer Ursache der Informationsdynamik.
- Eine wiederum problemspezifische Ursache ist der hohen Produktkomplexität in Verbindung mit der technologischen Weiterentwicklung des Produkts geschuldet. Konstruktionsänderungen resultieren in Materialbedarfs- und Arbeitsplanänderungen.

Die Informationsdynamik verursacht demzufolge eine fortwährende Änderung der Planungsvorgaben und wird deswegen häufig

auch als Planstörung bezeichnet. Im Gegensatz dazu wirken sich Störungen unmittelbar auf den Montageprozess aus und werden als Prozessstörungen bezeichnet. Diese lassen sich nach der Ursache klassifizieren [29]:

- *Dispositionsbedingte Störungen* werden durch fehlende oder fehlerhafte Informationen, wie z.B. Montageunterlagen verursacht.
- *Personalbedingte Störungen* sind insbesondere bei der Montage von Spezialmaschinen zu erwarten, da hier ein hoher manueller Aufwand und eine komplexe, jeweils individuelle Produktstruktur vorliegt, die zudem noch häufigen Änderungen unterworfen ist. Hierbei sind durch Arbeitsfehler (die zu Nacharbeit führen) und Abweichungen vom geplanten Leistungsgrad (Überschreitungen der Vorgabezeiten) induzierte, zusätzliche Ressourcenbedarfe wahrscheinlicher als in anderen Montagesystemen. Zudem unterliegt das durch die Mitarbeiter der Montagestationen bereitgestellte Ressourcenangebot kurzfristigen Schwankungen (z.B. Krankheit, kurzfristige Urlaubsinanspruchnahmen, unentschuldigtes Fernbleiben von der Arbeit etc.).
- *Betriebsmittelbedingte Störungen* sind durch Abweichungen von der geplanten Aufgabendurchführung durch unerwartet auftretende Ereignisse (Maschinenausfälle, verzögerte Wartungsarbeiten oder Leistungsminderungen) an Betriebsmitteln gekennzeichnet.
- *Materialbedingte Störungen* treten im Moment des Materialabrufs auf, wenn das erforderliche Material (Roh-, Hilfs- oder Betriebsstoffe) nicht in der benötigten Menge (Fehlteile) und/oder Qualität verfügbar ist.

Diese Analyse der Ursachen und Auswirkungen von Informationsdynamik und Störungen verdeutlicht, dass ein Erreichen der festgelegten Ziele ohne Berücksichtigung der Unsicherheit bei der Planung kaum möglich ist.

## 2.3 Literaturüberblick

In der Literatur werden zur operativen Produktionsplanung und -steuerung bei kundenindividueller Einzelfertigung unterschiedliche Planungsansätze vorgeschlagen, die grundsätzlich eine hierarchische Struktur aufweisen. In ihrer Veröffentlichung „Konzeptionelle Grundlagen kapazitätsorientierter PPS-Systeme“ haben Drexel et al. [3] einen allgemeingültigen Ansatz zur Produktionsplanung und -steuerung formuliert, der die Grundlage heutiger PPS-Systeme bildet. Bezüglich der vorliegenden Problemstellung der Einzelfertigung schlagen Drexel et al. die Zusammenfassung der Planungsebenen „Detaillierte Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung“ und „Segmentspezifische Feinplanung“ zur „detaillierten Belegungsplanung von Montageressourcen“ – Ressourcenbelegungsplanung – vor. Dieser Ansatz wird auch in diesem Beitrag herangezogen. Neben diesem konzeptionellen Ansatz existieren weitere, im Wesentlichen auf einer ähnlichen Struktur basierende, Ansätze (vgl. [4], [10] und [14]). Keiner dieser Planungsansätze adressiert jedoch die spezifischen Gegebenheiten der vorliegenden Problemstellung oder berücksichtigt Unsicherheit bei der Planung.

Der Berücksichtigung von Unsicherheit bei der Planung wurde in den letzten Jahren vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt. Grundlagen zur Berücksichtigung von Unsicherheit bei der Planung sind bei [15] und [25], Übersichten zu Methoden robuster Planung sind unter anderem in [1], [2], [7], [11], [16], [17] und [26] zu finden.

Die verschiedenen Methoden und Konzepte für eine robuste Planung lassen sich dabei grundsätzlich in die Kategorien reaktiv und proaktiv unterteilen.

Die reaktiven Methoden zeichnen sich dadurch aus, dass Entscheidungen dynamisch während der Produktionsdurchführung bei Eintritt bestimmter Ereignisse getroffen werden. Innerhalb der reaktiven Methoden kann zwischen Methoden unterschieden werden, die zu keinem Zeitpunkt einen Plan bestimmen (engl. „[full] dynamic scheduling“), und solchen, die a priori einen Basisplan berechnen, der bei Eintritt bestimmter Ereignisse entweder angepasst oder vollständig Neuberechnet wird (engl. „[partial] rescheduling“ oder „predictive-reactive scheduling“) – vgl. [2], [11] und [28]. Insbesondere die notwendige Festlegung der späteren Starttermine zur Realisierung der Kostenreduktion erfordert die Berechnung eines Basisplans (vgl. hierzu auch [1]) und verhindert somit den zielführenden Einsatz reaktiver Methoden ohne Basisplan. Entscheidend für die Anwendung reaktiver Methoden mit Basisplan ist die Häufigkeit von Planrevisionen bzw. deren Auslöser (zeitorientiert, ereignisorientiert, hybrid – vgl. [1] und [28]), da sich häufiges Planen in einer hohen Planungsunsicherheit und damit negativ auf die Planungsrobustheit niederschlägt ([2]). Diese Vorgehensweise entspricht im Wesentlichen den Prinzipien der rollierenden Planung und findet innerhalb des entwickelten Planungsansatzes im Planungskonzept Anwendung.

Im Gegensatz zu den reaktiven Methoden zielen die proaktiven Methoden darauf ab, Informationsdynamik und Störungen antizipativ durch die Bestimmung eines vorausschauenden Plans (engl. „predictive schedule“) zu berücksichtigen. Zur Bestimmung eines solchen vorausschauenden Plans existieren in der Literatur vielfältige Methoden, die sich grundsätzlich nach der Art und Weise, wie Unsicherheit berücksichtigt wird, unterscheiden: einwertig bzw. indirekt oder mehrwertig bzw. direkt (vgl. [25]). Bei ersteren Methoden wird die Unsicherheit aus dem Modell verbannt, indem unsichere Informationen ersetzt und so bspw. Erwartungswert-, Korrektur- oder Worst-Case-Modelle aufgestellt werden ([25]). Bei letzteren Methoden werden für unsichere Informationen (unter Berücksichtigung von deren Abhängigkeiten) mehrere mögliche Ausprägungen berücksichtigt. Zur Lösung dieser stochastischen Modelle werden Methoden der stochastischen und robusten Optimierung (vgl. [1] und [15]) herangezogen. Eine Analyse letzterer Methoden bzgl. der vorliegenden Problemstellung zeigt, dass bei der Anwendung dieser Methoden mit mehrwertiger bzw. direkter Berücksichtigung der Unsicherheit verschiedene Probleme auftreten. Diese besitzen zum einen sehr hohen Aufwand bei der Modellierung, insbesondere gestaltet sich hier die Bestimmung der Ersatzzielfunktion bzw. der Ersatzrestriktionen als sehr komplex. Zum anderen sind auf Grund der hohen Komplexität dieser Methoden Transparenz und Nachvollziehbarkeit für den Entscheidungsträger als gering einzuschätzen. Als negativ muss in diesem Zusammenhang auch der höhere Planungsaufwand, verursacht durch die erhöhte Komplexität, durch den ggfs. auftretenden Aufwand zur Aufstellung der planungsrelevanten Szenarien oder zur Bestimmung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und stochastischen Verteilungen angeführt werden ([25] S. 206 ff.). Auf Grund der vorangegangenen Überlegungen werden für die robuste Ressourcenbelegungsplanung Methoden präferiert, welche Unsicherheit einwertig bzw. indirekt berücksichtigen. In Folge der Untersuchungen von Scholl, nach denen sich Korrekturmodelle den anderen Modellen dieser Kategorie als überlegen erwiesen haben (vgl. [25] Kapitel 6 bzw. 7),

wird als Planungsmethode ein deterministisches Korrekturmodell herangezogen.

Die Analyse der angeführten Veröffentlichungen bzw. der dort angeführten Literatur zeigt auch, dass kein die Problemstellung adressierender, umfassender und robuster Planungsansatz existiert. Daher wird im Folgenden ein Planungsansatz zur robusten Ressourcenbelegungsplanung vorgestellt, der bestehende Konzepte und Methoden problemspezifisch adaptiert bzw. weiterentwickelt, um so Informationsdynamik und Störungen zielführend zu berücksichtigen.

### 3. Planungsansatz

Zur Bestimmung eines robusten Ressourcenbelegungsplans  $AP$ , welcher die erhöhte Unsicherheit explizit bei der Planung berücksichtigt, wird ein Planungsansatz entwickelt, der

- ein Planungskonzept mit rollierenden auftragsorientierten Planungsbereichen,
- eine proaktive Methode mit indirekter Berücksichtigung der Unsicherheit durch operationsbezogene Kapazitätspuffer und
- ein problemspezifisches Lösungsverfahren zur Berechnung des Ressourcenbelegungsplans

vorsieht.

#### 3.1 Planungskonzept

Aufgabe des Planungskonzepts ist zum einen die Einbettung der Ressourcenbelegungsplanung in den gesamten Planungsprozess des Unternehmens. Damit verbunden ist die Integration neuer und veränderter Planungsvorgaben der übergeordneten Produktionsprogramm- und Kapazitätsplanung sowie der Kundenauftragsplanung in die Planung. Zum anderen wird der problemspezifische Ablauf zur Durchführung der Planung festgelegt. Grundlegende Planungskonzepte (vgl. [25]) wie zum Beispiel „hierarchische Planung“, „rollierende Planung“ oder „Flexibilitätsplanung“ können zwar grundsätzlich zur Verminderung der Auswirkungen der Informationsdynamik auf die dargestellte Problemstellung angewendet werden, müssen jedoch problemspezifisch erweitert und adaptiert werden.

Auf Grundlage des Prinzips der rollierenden Planung wird der Ressourcenbelegungsplan in zwei *Planungsbereiche* AREA-F und AREA-O unterteilt (vgl. Abbildung 1), die sich hinsichtlich der zugeordneten Montageaufträge und der Planungsparameter Planabstand und Planreichweite unterscheiden.

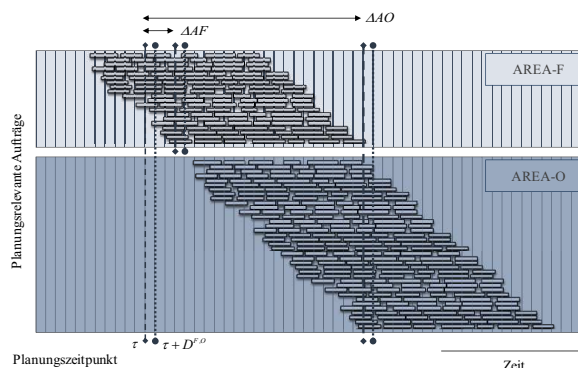


Abbildung 1: Auftragsorientierte Planungsbereiche

Die Planreichweite definiert sich dabei grundsätzlich auf Basis der zugeordneten Aufträge bzw. deren Fertigstellungstermine. Anzumerken ist, dass nicht nur einzelne Teile der Aufträge (Operationen) zugeordnet werden, sondern jeweils der gesamte Auftrag, da nur so die Interdependenzen zwischen den Operationen eines Auftrags bzw. zwischen allen planungsrelevanten Operationen einer Station berücksichtigt werden können. Der erste, so genannte „fixierte Bereich“ (engl. „frozen area“ – AREA-F), beinhaltet dabei zum Planungszeitpunkt  $\tau$  diejenigen Aufträge, deren frühester Starttermin in der Vergangenheit liegt ( $esd_{j,i} \leq \tau$ ) und diejenigen, deren frühester Starttermin der ersten Operation ( $esd_{j,i}$ ) innerhalb eines durch  $\tau$  und den Parameter  $\Delta AF$  definierten Intervalls liegt ( $esd_{j,i} \leq \tau + \Delta AF$ ). Der Parameter  $\Delta AF$  definiert dabei eine bestimmte Anzahl an Tagen, die die minimale Vorlaufzeit ( $\Delta FOR$ ) für die Materialbereitstellung bzw. Arbeitsvorbereitung der jeweils ersten Operationen eines Auftrages gewährleisten muss. Der zweite, so genannte „offene Bereich“ (engl. „open area“ – AREA-O), beinhaltet alle Aufträge, deren frühester Starttermin außerhalb des durch  $\Delta AF$  definierten Intervalls liegt ( $esd_{j,i} > \tau + \Delta AF$ ). In diesen Bereich könnten prinzipiell alle Aufträge aufgenommen werden, über die Daten vorliegen. Da die Unsicherheit mit zunehmender Reichweite der Planung steigt, wird ein weiteres Intervall durch den Parameter  $\Delta AO$  definiert, welcher diesen Bereich einschränkt.

Durch die Aufteilung der planungsrelevanten Aufträge in zwei Bereiche mit unterschiedlichen Planabständen ist es möglich, neue Informationen, die AREA-O betreffen, mit einem kurzen (zeitorientierten) Planabstand  $D^O$  in die Planung aufzunehmen, ohne die Planungsrobustheit von AREA-F negativ zu beeinflussen. Änderungen, die Aufträge bzw. Operationen aus AREA-F betreffen, sind grundsätzlich seltener und können durch einen ereignisorientierten Planabstand in die Planung aufgenommen werden. Um die Planungsneurose so gering wie möglich zu halten und dennoch die neuen Informationen zu berücksichtigen, wird ein gemeinsamer Planabstand  $D^{F,O} = \Delta FOR/2$  und die Abgrenzung der Planungsbereiche durch  $\Delta AF = (\Delta FOR/2) * 3$  festgelegt.

Die (Neu-) Zuordnung der Aufträge zu den Bereichen wird ebenfalls im Abstand von  $D^{F,O}$  vorgenommen. Dieser als Bereichsübergang (engl. „area transition“) bezeichnete Vorgang stellt eine zentrale Komponente des Konzepts der rollierenden auftragsorientierten Planungsbereiche dar. Bei der Neuordnung von Aufträgen zu AREA-F werden die aktuell berechneten Starttermine der Operationen fixiert und damit neue Materialbereitstellungstermine festgelegt, die an interne und externe Zulieferer weitergegeben werden können.

### 3.2 Planungsmethode

In Folge der in Abschnitt 2.3 angestellten Analyse wird als Planungsmethode eine *proaktive Methode mit indirekter Berücksichtigung der Unsicherheit durch operationsbezogene Kapazitätspuffer* herangezogen. Diese auch als Redundanzstrategie (engl. „redundancy-based techniques“ – vgl. [24] bzw. [2] und [11]) bezeichnete Methode sieht Sicherheitszuschläge definiert über Korrekturfaktoren ([25]) auf die Ressourcennachfrage, die Arbeitspakete der Operationen, in Form von operationsbezogenen *Kapazitätspuffern*  $cb_{j,s}$  (engl. „capacity buffer“ – [7]) vor. Durch

diese Kapazitätspuffer sollen sowohl (durch die Informationsdynamik und Störungen verursachten) zusätzliche als auch verzögerte Ressourcenbedarfe antizipiert und neutralisiert werden, indem die Kapazitätspuffer äquivalent den Arbeitspaketen bei der Berechnung des Ressourcenbelegungsplans berücksichtigt werden und entsprechende Montageressourcen reservieren. Ähnliche Ansätze werden in [5], [6], [16], [18] und [19] vorgeschlagen.

Die Kapazitätspuffer können insbesondere auch zur Kompensation von Änderungen des Arbeitspakets (Informationsdynamik) von Operationen (bspw. resultierend aus Änderungen der Produktspezifikation durch den Kunden) aus AREA-F herangezogen werden, so dass Neuplanungen dieses Planungsbereichs verhindert und so die Planungsrobustheit erhöht werden kann. Im Fall einer Reduzierung des Arbeitspakets wird die entsprechende Anzahl an Stunden auf den Kapazitätspuffer aufgeschlagen. Im Falle einer Erhöhung des Arbeitspakets einer Operation könnte dieses grundsätzlich entsprechend der Größe des Kapazitätspuffers der Operation kompensiert werden und somit erst bei Überschreitung des Kapazitätspuffers eine Neuplanung notwendig werden. Bei dieser Vorgehensweise würden jedoch kleinste weitere Änderungen oder Störungen zu Neuplanungen bzw. Überschreitungen von Fertigstellungsterminen führen. Aus diesem Grund wird für die Verrechnung des zusätzlichen Kapazitätsbedarfs ein Grenzwert  $th_s^{cb}$  (engl. „threshold“) definiert, so dass der Kapazitätspuffer nur bis zu einem bestimmten Wert verringert werden kann. Grundsätzlich ist die Verrechnung nur für Aufträge zulässig, die AREA-F zugeordnet sind.

Die zentrale Schwierigkeit dieser Planungsmethode stellt die konkrete Dimensionierung der Kapazitätspuffer dar. Ziel ist es einerseits, die Puffer so zu dimensionieren, dass möglichst wenige Neuplanungen von AREA-F notwendig sind, Störungen und Informationsdynamik also möglichst vollständig kompensiert werden, und so die geforderte Ergebnis-, Planungs- sowie Zulässigkeitsrobustheit erreicht wird. In besonderem Maße gilt es hier, den Fertigstellungstermin vor Überschreitungen zu schützen. Andererseits ist das Ziel der möglichst späten Starttermine bei großen Kapazitätspuffern nur bedingt zu erreichen, wodurch die Ergebnisrobustheit negativ beeinflusst wird. Das Ziel der Bestandsreduzierung bzw. der Reduzierung der Kapitalbindungskosten würde dann nicht erreicht werden. Als zusätzlich erfolgsmindernd sind die Kosten für die Bereitstellung der Reservekapazitäten zu berücksichtigen, die auch anfallen, wenn diese nicht benötigt werden. Bei der konkreten Festlegung der Kapazitätspuffer gilt es zudem zu berücksichtigen, dass die Unsicherheit mit zunehmender zeitlicher Entfernung zum Planungszeitpunkt ansteigt.

In Anlehnung an klassische Sensitivitätsanalysen („what-if“-Analysen) können zur Dimensionierung der Kapazitätspuffer mehrere *Planungsszenarien* mit jeweils unterschiedlichen *Pufferkonfigurationen* erstellt und die Robustheit des resultierenden Ressourcenbelegungsplans durch eine postoptimale *Simulationsanalyse* bewertet werden (zu Sensitivitätsanalysen vgl. [8]). Auch alle anderen Planungsparameter (z.B.  $th_s^{cb}$  oder  $\Delta AO$ ) können variiert und so optimiert werden. Durch diese Ex-Ante-Evaluation können verschiedene Fragen bezüglich der Robustheit eines Ressourcenbelegungsplans beantwortet werden:

- Wie robust ist eine Lösung gegenüber bestimmten Umweltentwicklungen?

- Welche Pufferkonfiguration ist „optimal“ bezüglich des Trade-Offs zwischen Zulässigkeits- und Planungsrobustheit sowie der Ergebnisrobustheit?

Die endgültige Beurteilung der Robustheit eines Planungsszenarios bzw. einer Pufferkonfiguration und die Auswahl des zu realisierenden Ressourcenbelegungsplans werden dem Entscheidungsträger überlassen, der anhand von Kennzahlen aus der Simulationsanalyse und seiner persönlichen Risikoeinstellung über den „optimalen“ Plan entscheidet.

Die Besonderheit bei der Simulation der Planungsszenarien besteht darin, dass nicht nur die Montagedurchführung mit ihren Störungen simuliert wird, sondern der gesamte Planungsprozess, wie er im vorab beschriebenen Planungskonzept festgelegt wurde. Es wird also gemäß den definierten Planungsparametern zu jedem Planungszeitpunkt ein vollständiger Planungsschritt mit Bereichsübergang, simulierter Informationsdynamik und entsprechenden Neuberechnungen des Ressourcenbelegungsplans durchgeführt. Durch diese vollständige Abbildung aller Ursachen der Unsicherheit können die verschiedenen Planungsszenarien hinsichtlich der drei Robustheitskriterien (Ergebnis-, Zulässigkeits- und Planungsrobustheit) anhand folgender Kennzahlen bewertet werden.

**Tabelle 1: Kennzahl der Ergebnisrobustheit**

Ø-Differenz zur Plandurchlaufzeit	$aveDiffFLT^{PLAN}(AP)$
-----------------------------------	-------------------------

**Tabelle 2: Kennzahlen der Zulässigkeitsrobustheit**

Anzahl verspäteter Aufträge	$LATE(SiSC)$
Anzahl zu früher Starttermine	$EARL(AP)$
Anzahl Überauslastungen	$OVER(AP)$

**Tabelle 3: Kennzahlen der Planungsrobustheit**

Ø-Anzahl Neuplanungen von AREA-F	$RES^{AREA-F}(SiSC)$
Anzahl kompensierbarer Ressourcenbedarfsänderungen	$COMP(SiSC)$

Die Simulationsanalyse basiert auf drei grundlegenden *Simulationsszenarien* (*SiSC*): Average-Case (AC), Worst-Case (WC) und Best-Case (BC). Zur Bewertung der Robustheit bzw. zur Berechnung der Kennzahlen werden die jeweiligen Durchschnittswerte aller Simulationsläufe eines Simulationsszenarios herangezogen.

### 3.3 Lösungsverfahren

Die vorgestellte, proaktive Planungsmethode berücksichtigt Unsicherheit indirekt durch operationsbezogene Kapazitätspuffer und definiert in Folge dessen ein deterministisches Korrekturmodell als Entscheidungsmodell der Ressourcenbelegungsplanung. Zu lösen ist damit das bereits beschriebene Hybrid-Flow-Shop-Problem (HFS-Problem) mit variablen Bearbeitungsintensitäten und unterbrechbaren Operationen.

Zur Lösung des HFS-Problems mit und ohne unterbrechbare Operationen wurden in der Literatur zahlreiche Ansätze entwickelt, wobei auf Grund der NP-Schwere ([12]) des Problems nur kleine Probleminstanzen mit exakten Verfahren lösbar sind. Ein

umfangreicher und aktueller Überblick zu HFS-Problemen ist in [21] zu finden. Bezüglich HFS-Problemen wurden bisher jedoch keine variablen Bearbeitungsintensitäten betrachtet. Derartige Problemstellungen wurden bisher nur im Bereich der Projektplanung gelöst. Die in diesem Bereich entwickelten Lösungsverfahren ([9], [13] und [27]) sind jedoch nur für kleine, wenig praxisnahe Probleminstanzen (max. 60 Operationen) geeignet. Da die Berechnung eines Ressourcenbelegungsplans auch während der Simulation (bei jedem Planungsschritt) notwendig ist, muss hier ein möglichst effizientes Lösungsverfahren eingesetzt werden, welches auch bei größeren Probleminstanzen nur geringe Rechenzeit benötigt. Im Hinblick auf den praktischen Einsatz muss das Verfahren zudem in der Lage sein, unter allen Umständen einen Ressourcenbelegungsplan berechnen zu können, d.h. auch bei „schwierigen“ Planungsvorgaben (z.B. bei knappem Ressourcenangebot).

Grundsätzlich sind bei der Berechnung eines Ressourcenbelegungsplans zwei Entscheidungen zu treffen: in welcher Schicht soll eine Operation bearbeitet werden und mit welcher Intensität. Da die Entscheidung über die Intensität die Problemkomplexität extrem erhöht, wird diese Entscheidung vorweggenommen. Hierzu wird die Annahme getroffen, dass minimale Durchlaufzeiten (und damit späte Starttermine) immer dann erzielt werden können, wenn mit möglichst hoher Intensität an wenigen Aufträgen gearbeitet wird. Basierend auf dieser Annahme wird grundsätzlich versucht, eine Operation mit möglichst hoher Intensität einzuplanen. Zur Berechnung dieser Intensität  $alloc_{j,s,t}^{MAX}$  (einzuplanende Stunden des Arbeitspakets) wird folgende Berechnungsformel, basierend auf der Anzahl in einer Schicht zur Verfügung stehenden Mitarbeiter ( $w_{s,t}^{total}$ ) und der maximalen Anzahl an Mitarbeitern ( $w_s^{MAX}$ ), die gleichzeitig einen Auftrag bearbeiten können, herangezogen:

$$alloc_{j,s,t}^{MAX} = \left\lceil \frac{w_{s,t}^{total}}{w_s^{MAX}} \right\rceil \quad (3.1)$$

Zur Bestimmung der Schichten, in denen eine Operation bearbeitet werden soll, wird ein problemspezifisches Verfahren eingesetzt, welches ausgehend vom Fertigstellungstermin rückwärts die Arbeitspakete der Operationen mit der vorab festgelegten Intensität auf Basis einer Einlastregel einplant. Dieser, IBRAD („Iterative Backward Resource Allocation and Dispatching“) genannte, Algorithmus basiert grundsätzlich auf dem Prinzip „Teile und Herrsche“ und belegt sequentiell die Ressourcen der Montagestationen von der letzten zur ersten Station ( $s^{active} = S$ ,  $s^{active} = S-1$ ,  $s^{active} = S-2$ , ...,  $s^{active} = 1$ ), wobei  $s^{active}$  die aktuell zu planende, aktive Montagestation darstellt. Durch den Beginn der Ressourcenbelegung auf der letzten Montagestation ausgehend vom Fertigstellungstermin eines Auftrags kann dessen Einhaltung gewährleistet werden. Zur Belegung des Ressourcenangebots  $r_{s,t}$  der Montageressourcen in einer Schicht  $t$  auf der aktiven Station  $s^{active}$  durch einen bestimmten Teil des Ressourcenbedarfs, bestehend aus Arbeitspaket und Kapazitätspuffer ( $wp_{j,s}^{cb} = wp_{j,s} + cb_{j,s}$ ) einer Operation, wird sequentiell von „rechts“ nach „links“ (bezogen auf einen Zeitstrahl) vorgegangen. Demzufolge wird als erstes die Schicht betrachtet, die unmittelbar vor der maximalen „rechten“ Grenze des Einlastzeitfensters aller Operationen der



aktiven Station liegt, dann iterativ die vorhergehenden Schichten. Das Einlastzeitfenster jeder Operation wird dabei durch eine „linke“ und „rechte“ Grenze festgelegt. Die linke Grenze  $IB_{j,s}$  errechnet sich auf Basis des frühesten Starttermins  $esd_{j,s}$ , der linken Grenze der vorhergehenden Operation  $IB_{j,s-1}$  und deren minimaler Durchlaufzeit  $fl_{j,s-1}^{MIN}$  bzw. dem aktuellen Planungszeitpunkt  $\tau$ :

$$IB_{j,s} = \begin{cases} \max\{esd_{j,1}, \tau\}, & \text{wenn } s=1 \\ \max\{IB_{j,s-1} + fl_{j,s-1}^{MIN}, esd_{j,s}, \tau\}, & \text{wenn } s > 1 \end{cases} \quad (3.2)$$

Die rechte Grenze  $rB_{j,s}$  entspricht entweder dem Fertigstellungstermin  $dl_j$ , dem geplanten Starttermin der nachfolgenden Operation  $st_{j,s+1}^{AP}$  oder errechnet sich aus der rechten Grenze der nachfolgenden Operation  $rB_{j,s+1}$  und der minimalen Durchlaufzeit dieser Operation  $fl_{j,s+1}^{MIN}$ .

$$rB_{j,s} = \begin{cases} dl_j, & \text{wenn } s = S \\ \min\{st_{j,s+1}^{AP}, rB_{j,s+1} - fl_{j,s+1}^{MIN}\}, & \text{wenn } s < S \end{cases} \quad (3.3)$$

Damit errechnet sich die erste zu betrachtende Schicht – die jeweils zu betrachtende Schicht wird als aktive Schicht ( $t^{active}$ ) bezeichnet – aus den rechten Grenzen der aktiven Montagestation ( $t^{active} = \max\{rB_{j,s} | s = s^{active}, \forall j\}$ ). Nach der Bestimmung der aktiven Schicht müssen diejenigen Operationen bestimmt werden, die in dieser Schicht potentiell einzuplanen sind, die Menge der so genannten aktiven Operationen  $O_{s,j}^{active}$ . Zu den aktiven Operationen gehören diejenigen, deren Einlastzeitfenster die aktive Schicht beinhaltet ( $IB_{j,s} \leq t^{active} \leq rB_{j,s}$ ). Nach Bestimmung der aktiven Operationen werden diese gemäß einer Prioritätsregel eingelastet. Oberste Priorität haben dabei Operationen, die auf Grund ihres Einlastzeitfensters eingeplant werden müssen, um die linke Grenze nicht zu überschreiten (Einlastverpflichtung). Diese werden eingeplant, auch wenn das zur Verfügung stehende Ressourcenangebot überschritten wird. Alle anderen aktiven Operationen werden gemäß dem Verhältnis des „slacks“ zum aktuellen Ressourcenbedarf ( $wp_{j,s}^{cb}$  abzüglich des abgearbeiteten Anteils  $rt_{j,s}$ ) aufsteigend geordnet und damit priorisiert. Dieser errechnet sich dabei aus der Differenz zwischen der aktiven Schicht und der linken Grenze der Operation:  $slack_{j,s} = t^{active} - IB_{j,s}$ .

$$priority_{j,s} = \frac{slack_{j,s}}{wp_{j,s}^{cb} - rt_{j,s}} \quad (3.4)$$

Vorteil dieses relativ einfachen und dennoch ausreichend guten Verfahrens ist insbesondere seine Effizienz, die es erlaubt, auch große Probleminstanzen (80 Aufträge mit je zehn Operationen) in kurzer Zeit (ca. fünf Sekunden) zu lösen.

### 3.4 Hierarchische Integration

Die hierarchische Integration und die Koordination der verschiedenen Planungselemente des Planungsansatzes ist in Abbildung 2 zusammenfassend dargestellt (vgl. hierzu [24] S. 76 ff.).

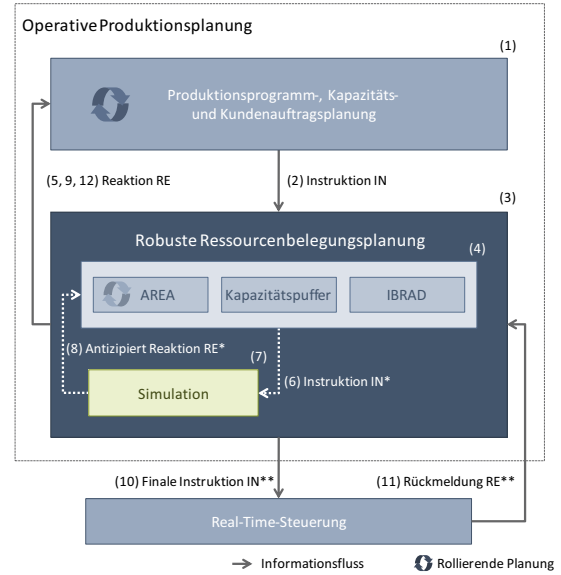


Abbildung 2: Hierarchische Integration des Planungsansatzes

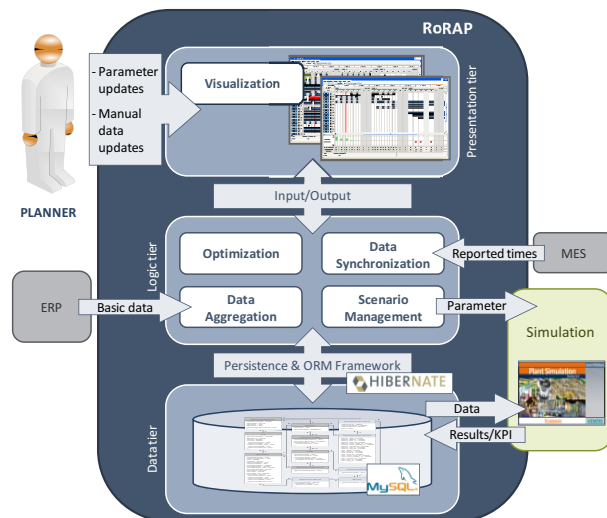
Die operative Produktionsplanung für die Montage von Spezialmaschinen erfolgt auf der mittelfristigen Ebene durch die Produktionsprogramm-, Kapazitäts- und Kundenauftragsplanung. Diese übergeordneten Planungsaufgaben (1) definieren die Planungsvorgaben, die Instruktionen IN (2) für die Ressourcenbelegungsplanung (3). Neue Instruktionen werden gemäß den Planungs-bereichen (AREA-F und AREA-O) ereignis- bzw. zeitorientiert bei der Planung berücksichtigt. Die durch Kapazitätspuffer ergänzten Arbeitspakete werden unter Berücksichtigung der Planungsbereiche durch den IBRAD-Algorithmus den Montageressourcen zugeordnet (4). Dieser Ressourcenbelegungsplan wird dann zunächst als Instruktion IN\* (6) an die Simulation (7) übergeben, welche als antizipierte Reaktion RE\* (8) die Ergebnisse der Simulationsanalyse für den Worst-, Average- und Best-Case zurückmeldet. Als finale Instruktion IN\*\* (10) wird der Montagesteuerung (Real-Time-Steuerung) ein Ressourcenbelegungsplan zu dessen Durchführung freigegeben. Die Rückmeldungen RE\*\* (11) aus der Montage (bspw. der Arbeitsfortschritt) werden in zukünftigen Planungsschritten berücksichtigt. Reaktionen RE (5, 9, 12) der Ressourcenbelegungsplanung auf die Instruktionen IN können nach der Berechnung des Plans, nach dessen Simulation oder auf Grund von Rückmeldungen der Montagesteuerung erfolgen. Von besonderem Interesse sind hier Informationen über die Über- und Unterschreitungen der Montagezeitfenster, da durch deren Anpassung seitens der Produktionsprogrammplanung die Durchlaufzeit bzw. die Kapitalbindungskosten maßgeblich beeinflusst werden können.

## 4. Aspekte der Implementierung

Die Anwendung des entwickelten Planungsansatzes in der betrieblichen Praxis setzt seine informationstechnische Umsetzung, in diesem Fall als Decision-Support-System, voraus. Die Software „RoRAP“ („Robust Resource Allocation Planning“) ist deswegen als Entscheidungsunterstützungssystem konzipiert, damit der Entscheidungsträger wesentlichen Einfluss auf die Planung nehmen kann und dazu auch die notwendigen Informationen (Planungsdaten und -ergebnisse) und Instrumente (bspw. zur effizienten Datenänderung) bereitgestellt werden müssen. Im Allgemei-

- den (gesamten) Entscheidungsprozess zu unterstützen,
- den Entscheidungsträger bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen und die Entscheidung nicht automatisiert zu treffen sowie
- die Fähigkeit, schnell auf neue Situationen und Bedürfnisse des Entscheidungsträgers reagieren zu können.

Die Software ist in Java® von Sun Microsystems programmiert, modular (komponentenorientiert) aufgebaut und basiert auf einer 3-Schichten-Architektur, die in Verbindung mit den verschiedenen Schnittstellen (zur Datenintegration und Anbindung der Simulationssoftware) einen flexiblen Einsatz in verschiedenen Unternehmen ermöglicht (vgl. Abbildung 3). Das Design ermöglicht zudem eine einfache Skalier- und Wartbarkeit der Software durch einen Austausch einzelner Komponenten innerhalb einer Schicht oder kompletter Schichten.



Die Präsentationsschicht (engl. „presentation tier“), welche für die Präsentation des Ressourcenbelegungsplans und aller anderen planungsrelevanten Informationen sowie die Entgegennahme der Benutzereingaben verantwortlich ist, wird durch die Komponente „Visualization“ repräsentiert und stellt die Schnittstelle zwischen Entscheidungsträger (Planer) und System dar.

nungsszenarien zur Identifikation von Informationsänderungen), „Scenario Management“ (Verwaltung der Planungs- und Simulationsszenarien) und „Data Aggregation“ (Import und Aufbereitung der ERP-Daten, wie z.B. Materialverfügbarkeits- und Fertigstellungstermine, Ressourcenbedarf und -angebot) sowie die Schnittstellen zur Simulationssoftware bzw. zu den ERP- und MES-Systemen des Unternehmens bilden den Kern des Systems. Zur Simulation ist die Software „Tecnomatix Plant Simulation™“ aus dem Software-Portfolio für Product Lifecycle Management Software der Siemens Industry Software GmbH & Co. KG angebunden. Durch den Einsatz von Standardsoftware können hier der Aufwand und die Kosten für die Simulation reduziert werden.

## 5. Ergebnisse

Grundlage der Evaluation bilden die Auftragsdaten von 140 Aufträgen und das während des Montagezeitraums dieser Aufträge zur Verfügung stehende Ressourcenangebot. Weiterhin stehen die notwendigen Informationen zur Abbildung der Informationsdynamik und Störungen durch die Simulationsszenarien Average-, Worst- und Best-Case zur Verfügung. Untersuchungen zur Festlegung der Planreichweite haben für die Parameter  $\Delta AO = 120$  Werkzeuge und  $th_{ch}^s = 75\%$  die besten Ergebnisse ergeben. Die Evaluation des Planungsansatzes erfolgt ausgehend von einem zufällig ausgewählten Planungszeitpunkt und dem entsprechenden Planungsszenario. Ausgehend von diesem ersten Planungszeitpunkt werden dann mit Hilfe des Simulationsmodells die nächsten 24 Planungsschritte simuliert und ausgewertet. Vorweggenommene Auswertungen haben gezeigt, dass zehn Simulationsläufe zur Generierung valider Ergebnisse ausreichen. Untersucht werden sechs unterschiedliche Pufferkonfigurationen (PK-0, PK-5, PK-AUF-1, PK-10, PK-AUF-2 und PK-15), welche die jeweiligen prozentualen Sicherheitszuschläge auf den Ressourcenbedarf (Arbeitspakete) der Aufträge je Montagestation (ST-1, ..., ST-9) definieren (vgl. Tabelle 4). Die aufsteigenden Puffer tragen der ansteigenden Unsicherheit bei größerer zeitlicher Entfernung vom Planungszeitpunkt Rechnung.

	PK-0	PK-5	PK-AUF-1	PK-10	PK-AUF-2	PK-15
ST-1	0 %	5 %	5 %	10 %	7 %	15 %

ST-2	0 %	5 %	5 %	10 %	8 %	15 %
ST-3	0 %	5 %	6 %	10 %	9 %	15 %
ST-4	0 %	5 %	6 %	10 %	10 %	15 %
ST-5	0 %	5 %	7 %	10 %	11 %	15 %
ST-6	0 %	5 %	7 %	10 %	12 %	15 %
ST-7	0 %	5 %	8 %	10 %	13 %	15 %
ST-8	0 %	5 %	8 %	10 %	14 %	15 %
ST-9	0 %	5 %	10 %	10 %	15 %	15 %

Zur Beurteilung des Planungsansatzes werden die verschiedenen Pufferkonfigurationen anhand der Kennzahlen zur Beurteilung der Ergebnisrobustheit (vgl. Tabelle 1), der Zulässigkeitsrobustheit (vgl. Tabelle 2) und der Planungsrobustheit (vgl. Tabelle 3) gegenübergestellt. Die Pufferkonfiguration PK-0 soll Aufschluss darüber geben, wie sich die durch das Lösungsverfahren errechneten, späteren Starttermine auf die Termintreue auswirken, falls keine Kapazitätspuffer eingesetzt werden.

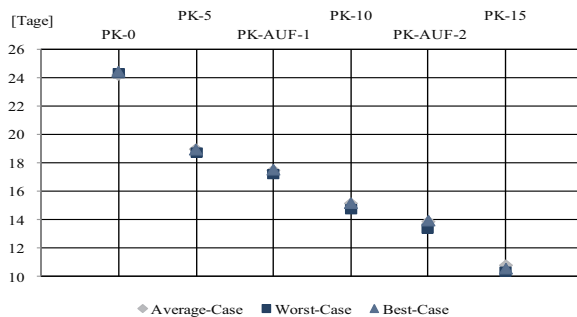


Abbildung 4: Durchlaufzeitreduktion im Vergleich zur Plandurchlaufzeit (Ergebnisrobustheit)

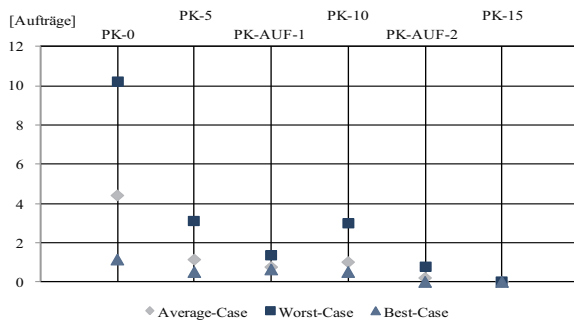


Abbildung 5: Verspätete Aufträge – Termintreue (Zulässigkeitsrobustheit)

Die Ergebnisse bezüglich der Zulässigkeits- bzw. Ergebnisrobustheit zeigen, dass die Pufferkonfiguration PK-15 zwar eine absolute Termintreue, jedoch auf Grund der Festlegung der Kapazitätspuffer nur eine Reduzierung der Durchlaufzeit (im Vergleich zur Plandurchlaufzeit) von durchschnittlich 10,54 Tagen bzw. 10,06 % erreicht. Pufferkonfiguration PK-AUF-2 erzielt bei vergleichbarer Termintreue jedoch eine Reduzierung der Durchlaufzeit um 13,71 Tage bzw. 13,09 %. Die höchste Reduzierung der Durchlaufzeit wird erwartungsgemäß von der Konfiguration PK-0 erreicht (24,32 Tage bzw. 23,21 %), welche aber auch die mit Abstand schlechteste Termintreue aufweist. Eine Reduzierung der Durchlaufzeit ohne die Berücksichtigung der Unsicherheit durch Kapazitätspuffer ist demnach nicht zielführend. Die Ergebnisro-

bustheit zeigt sich in den geringen Unterschieden zwischen den Szenarien. Die Anzahl der Überauslastungen (weniger als 0,32 %) bzw. der zu frühen Starttermine (0,44 %) sind so gering, dass hier keine detaillierte Darstellung erfolgt, da auch deren Einfluss auf die Zulässigkeitsrobustheit damit vernachlässigbar ist.

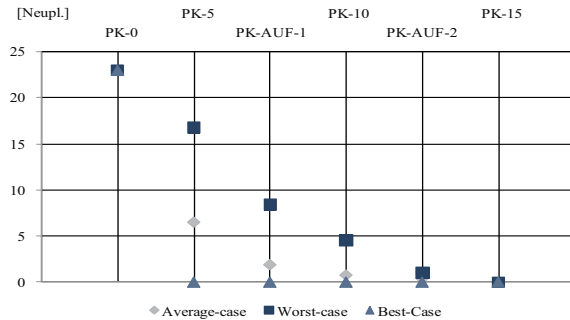


Abbildung 6: Anzahl der Neuplanungen von AREA-F (Planungsrobustheit)

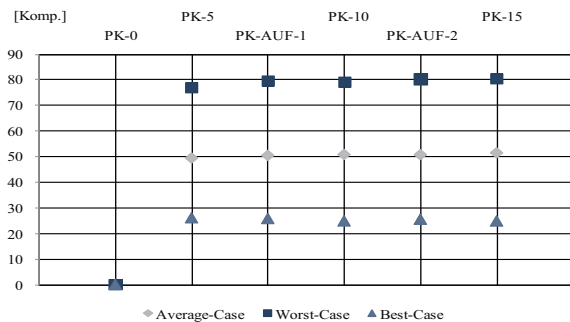


Abbildung 7: Erfolgreiche Kompensationen (Planungsrobustheit)

Die Ergebnisse zur Planungsrobustheit zeigen, dass bei einer Planung ohne Kapazitätspuffer die Informationsdynamik dazu führt, dass bei jedem Planungsschritt beide Planungsbereiche neu geplant werden müssen. Die notwendige Planungsrobustheit kann demnach nur durch die Kompensation der Änderungen durch die Kapazitätspuffer erreicht werden. Nur die Pufferkonfiguration PK-15 besitzt hierbei ein ausreichendes Volumen, um sämtliche Informationsänderungen in allen Szenarien zu kompensieren. Auch die Konfiguration PK-AUF-2 weist im Vergleich zu den anderen Pufferkonfigurationen eine hohe Planungsrobustheit auf.

Im Vergleich der Pufferkonfigurationen haben sich PK-AUF-2 und PK-15 bezüglich der Ergebnis- und Planungsrobustheit als dominant erwiesen. Die Ergebnisse dieser Pufferkonfigurationen zeigen jedoch auch, dass die endgültige Entscheidung über die Wahl einer geeigneten Pufferkonfiguration dem Entscheidungsträger übertragen werden muss, da nur dieser gemäß seiner Risikoeinstellung zwischen diesen Konfigurationen entscheiden kann. Beispielsweise erreicht die Konfiguration PK-AUF-2 zwar eine geringere Planungsrobustheit und beinhaltet auch ein gewisses Risiko für verspätete Aufträge im Vergleich zu PK-15, erzielt jedoch auch eine um 3,03 % kürzere Durchlaufzeit und erreicht damit eine größere Reduzierung der Kapitalbindungskosten.

## 6. Zusammenfassung

Gegenstand dieses Beitrags ist die Konzeption eines Planungsansatzes zur robusten Ressourcenbelegungsplanung im Spezialmaschinenbau und dessen Umsetzung als DSS. Zur Erreichung der

Ziele Kundenzufriedenheit und Kostenreduktion muss bei der operativen Produktionsplanung die aus den spezifischen Eigenschaften von Spezialmaschinen resultierende erhöhte Unsicherheit explizit berücksichtigt werden. Zur Berücksichtigung von Informationsdynamik und Störungen müssen robuste Pläne erstellt werden, die für möglichst viele Umweltentwicklungen eine ausreichende Ergebnis-, Zulässigkeits- und Planungsrobustheit aufweisen. Hierzu wird ein Planungsansatz bestehend aus dem Konzept der auftragsorientierten Planungsbereiche, einer proaktiven Planungsmethode mit indirekter Berücksichtigung der Unsicherheit durch operationsbezogene Kapazitätspuffer und einem problemspezifischen Lösungsverfahren eingesetzt. Die Umsetzung des Planungsansatzes als DSS basiert auf einer flexiblen, komponentenorientierten Architektur und stellt dem Entscheidungsträger die notwendigen Informationen und Werkzeuge zur situativen Entscheidungsfindung zur Verfügung.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei einer geeigneten Dimensionierung der Kapazitätspuffer das Anforderungsprofil der robusten Ressourcenbelegungsplanung im Spezialmaschinenbau erfüllt werden kann. Durch eine Wahl der Puffer gemäß seiner Risikoeinstellung hat der Entscheidungsträger die Möglichkeit, zwischen einer höheren Reduzierung der Kapitalbindungskosten (durch PK-AUF-2) und einer höheren Sicherheit für eine terminergerechte Fertigstellung (durch PK-15) zu entscheiden. Auch der Einsatz des DSS im Unternehmen bestätigt diese Ergebnisse.

Weiteres Potential und damit Gegenstand weiterer Forschungen ist in der Auswahl anderer robuster Planungsmethoden (bspw. Chance-Constrained-Kompensations-Modelle – analog zu [25] Kapitel 6 und 7) und/oder ausgereifterer Lösungsverfahren zu sehen. Dabei gilt es jedoch die Komplexität des Planungsproblems und die betriebliche Anwendbarkeit der Methoden und Verfahren zu berücksichtigen.

## 7. Literatur

- [1] Ayutug, H., Lawley, M. A., McKay, K. N., Mohan, S., and Uzsoy, R. M. 2005. Executing production schedules in the face of uncertainties: A review and some future directions. *European Journal of Operational Research* 161, 1, 86–110.
- [2] Davenport, A. J. and Beck, C. J. 2000. *A Survey of Techniques for Scheduling with Uncertainty*. Unveröffentlichtes Manuskript. <http://tidel.mie.utoronto.ca/pubs/uncertainty-survey.ps.zip>. Letzter Abruf: 26.08.2010.
- [3] Drexel, A., Fleischmann, B., Günther, H.-O., Stadler, H., and Tempelmeier, H. 1994. Konzeptionelle Grundlagen kapazitätsorientierter PPS-Systeme. *ZfB* 46, 12, 1022–1045.
- [4] Franck, B., Neumann, K., and Schwindt, C. 1997. A capacity-oriented hierarchical approach to single-item and small-batch production planning using project-scheduling methods. *OR Spectrum* 19, 2, 77–85.
- [5] Gao, H. 1996. *Building Robust Schedules using Temporal Protection – An Empirical Study of Constraint Based Scheduling Under Machine Failure Uncertainty*. <http://www.eil.utoronto.ca/scheduling/papers/gao-masc95.pdf>. Letzter Abruf: 26.08.2010.
- [6] Ghosh, S. 1996. *Guaranteeing Fault Tolerance Through Scheduling in Real-Time Systems*. Dissertation, University of Pittsburgh.
- [7] Graves, S. C. 2006. *Uncertainty and Production Planning*. Working Paper. <http://web.mit.edu/sgraves/www/papers/Uncertainty%20and%20Production%20Planning%20Dec%202008.pdf>. Letzter Abruf: 26.08.2010.
- [8] Hall, N. and Posner, M. E. 2004. Sensitivity Analysis for Scheduling Problems. *Journal of Scheduling* 7, 1, 49–83.
- [9] Hans, E. W. 2001. *Resource Loading by Branch-and-Price Techniques*. Dissertation, University of Twente.
- [10] Hans, E. W., Herroelen, W., Leus, R., and Wullink, G. 2007. A hierarchical approach to multi-project planning under uncertainty. *Omega* 35, 5, 563–577.
- [11] Herroelen, W. and Leus, R. 2005. Project scheduling under uncertainty: Survey and research potentials. *European Journal of Operational Research* 165, 2, 289–306.
- [12] Hoogeveen, J. A., Lenstra, J. K., and Veltman, B. 1996. Preemptive scheduling in a two-stage multiprocessor flow shop is NP-hard. *European Journal of Operational Research* 89, 1, 172–175.
- [13] Kis, T. 2005. A branch-and-cut algorithm for scheduling of projects with variable-intensity activities. *Mathematical Programming* 103, 3, 515–539.
- [14] Kolisch, R. 2001. *Make-to-Order Assembly Management*. With 49 Figures and 44 Tables. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [15] Kouvelis, P. and Yu, G. 1997. *Robust Discrete Optimization and Its Applications*. Nonconvex Optimization and Its Applications 14. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [16] Lambrechts, O., Demeulemeester, E., and Herroelen, W. 2008. Proactive and reactive strategies for resource-constrained project scheduling with uncertain resource availabilities. *Journal of Scheduling* 11, 2, 121–136.
- [17] Leus, R. 2003. *The generation of stable project plans: Complexity and exact algorithms*. Dissertation, Katholieke Universiteit Leuven.
- [18] Mehta, S. V. and Uzsoy, R. M. 1998. Predictable scheduling of a job shop subject to breakdowns. *IEEE Transactions on Robotics and Automation* 14, 3, 365–378.
- [19] Mehta, S. V. and Uzsoy, R. M. 1999. Predictable scheduling of a single machine subject to breakdowns. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 12, 1, 15–38.
- [20] Power, D. J. 2002. *Decision Support Systems. Concepts and Resources for Managers*. Quorum Books, Westport, CT.
- [21] Ruiz, R. and Vázquez-Rodríguez, J. A. 2010. The hybrid flow shop scheduling problem. *European Journal of Operational Research* 205, 1, 1–18.
- [22] Sage, A. P. 2001. Decision Support Systems. In *Handbook of Industrial Engineering. Technology and Operations Management*, G. Salvendy, Ed. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Weinheim, 110–154.
- [23] Schlüchtermann, J. 1996. *Planung in zeitlich offenen Entscheidungsfeldern*. Neue Betriebswirtschaftliche Forschung 184. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [24] Schneeweiß, C. 1992. *Planung 2. Konzepte der Prozeß- und Modellgestaltung*. Springer-Lehrbuch. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [25] Scholl, A. 2001. *Robuste Planung und Optimierung. Grundlagen – Konzepte und Methoden – Experimentelle Untersuchungen*. Mit 21 Abbildungen und 105 Tabellen. Physica-Verlag, Heidelberg.
- [26] Schwartz, F. and Voß, S. 2005. Management of disruptions in production systems using simulation. *Pacific Journal of Optimization* 1, 3, 579–597.
- [27] Vanhoucke, M. and Debels, D. 2008. The impact of various activity assumptions on the lead time and resource utilization of resource-constrained projects. *Computers & Industrial Engineering* 54, 1, 140–154.
- [28] Vieira, G. E., Herrmann, J. W., and Lin, E. 2003. Rescheduling manufacturing systems: A framework of strategies, policies and methods. *Journal of Scheduling* 6, 1, 39–62.
- [29] Zäpfel, G. 1982. *Produktionswirtschaft. Operatives Produktions-Management*. De-Gruyter-Lehrbuch. De Gruyter, Berlin, New York.

# Enhancement of Transparency and Adaptability by Online Tracking of Enterprise Processes

M. Grauer, S. Karadgi and D. Metz  
Information Systems Institute,  
University of Siegen, Germany.  
{grauer, karadgi, metz}@fb5.uni-siegen.de

## ABSTRACT

Enterprises are seeking novel approaches to reduce cost in complying with regulations and requirements from original equipment manufacturers. Consequently, enterprises are investing in manufacturing execution system (MES) solutions for realizing these requirements. However, most of the MES solutions do not support processing of real-time process data acquired from shop floor for online monitoring and control of enterprise processes. Further, monitoring of enterprise processes can be classified into online tracking and passive tracing. In the contribution, a framework is envisaged for online tracking of enterprise processes based on MES concepts. This framework has been validated in an industrial scenario.

## Keywords

Enterprise entity, manufacturing execution system, monitoring, offline tracing, online tracking, traceability.

## 1. INTRODUCTION

Enterprises need to manufacture complex products with high quality, and reduced lead times to sustain competitive advantages. In addition, enterprises (i.e. tier suppliers) are seeking innovative techniques to reduce cost in adhering to various regulations, satisfying stringent requirements from overall equipment manufacturers (OEMs), and minimizing component recall cost, among others. Overall, these conflicting requirements lay emphasis on enterprises to achieve higher level of transparency, flexibility and adaptability in enterprise processes (i.e. business and manufacturing processes) [1]. This necessitates enterprises to enhance their monitoring and control of their enterprise processes within and across different enterprise levels.

According to VDI 5600 [2], an enterprise can be classified into different manufacturing execution system (MES) levels as

illustrated in Figure 1: (i) enterprise control level, (ii) manufacturing control level, and (iii) manufacturing level. Similarly, IEC 62264 [3] or ISA-95 categorizes an enterprise into several enterprise levels which can be mapped onto corresponding MES levels as depicted in Figure 1. In the article, various terminologies are adapted from VDI 5600.

Business processes are predominantly located at the enterprise control level. These processes are concerned with achieving enterprise's long term strategies essential to sustain competitive advantages. Business applications (e.g., enterprise resource planning (ERP) system) are transaction-based and generate planned performance values (i.e. TO-BE values) periodically in weeks or months [1]. On contrary, manufacturing processes are employed to accomplish the objectives set at the enterprise control level. Automation devices and their corresponding programming logic controllers (PLCs) are event-based [1] and available at manufacturing level (i.e. shop floor) to execute manufacturing processes. Enormous amount of process data (e.g., sensor readings, resource status, product positions) is generated by these systems during execution of processes in real-time (i.e. seconds or milliseconds). In addition, operators provide necessary data related to automation devices, orders and products like pre-defined reasons for a resource breakdown, order details during start of an order execution and scanning of barcodes. Overall, these values (i.e. AS-IS values) indicate the actual performance at the manufacturing level.

Attempts are being made to integrate enterprise's MES levels along vertical and horizontal direction based on enterprise reference architecture ISO 15704 [4]. Enterprise integration (EI) enhances monitoring and control of enterprise processes, and thereby, elevating transparency, flexibility and adaptability of enterprise processes. ISO 15704 provides different abstract views of an enterprise, specifies modeling approaches and defines life cycle phases of enterprise activities necessary to realize an

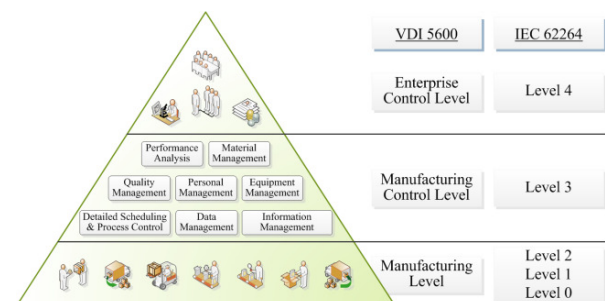


Figure 1. Enterprise levels as defined in VDI 5600 and corresponding IEC 62264 levels.



integrated enterprise [5], [6]. However, realization of these architectures in terms of technologies still needs lot of attention [7]. Conceptually, service-oriented architecture (SOA) paradigm has become a de facto standard for enterprise application integration (EAI) [8]. EAI can be employed to realize *horizontal integration* of various business applications (e.g., ERP system, supply chain management (SCM) system, customer relationship management (CRM) system) at the enterprise control level. Also, an enterprise service bus (ESB) can be employed as a backbone of an SOA to realize an integrated enterprise [9].

Several software vendors have developed MES solutions to bridge the *vertical integration* gap between various MES levels (e.g., MES HYDRA [10], production monitoring and control (PMC) Provis.Agent [11], Plex Online [12]). However with these MES solutions, major issues still exist with respect to the interface between enterprise control level and manufacturing level [7], [13]. The realization of an enterprise-wide monitoring and multi-loop control system within and across all MES levels is not adequately reached [1], [13]. Different time granularities associated with enterprise levels in the vertical direction of an enterprise result in a temporal gap or asynchronization of enterprise planning and manufacturing execution [14]. Consequently, the exchange of data between different MES levels is done manually or at most semi-automatically due to inflexible and proprietary interfaces [13], [15]. In addition, processing of data in real-time for various purposes (e.g., tracking) is still a major issue with MES [7]. Overall, current MES solutions do not provide adequate integration across different MES levels [16].

The task of monitoring includes online tracking and offline tracing, among others. The focus of the research in this article is on online tracking of enterprise processes and their entities (e.g., products, orders, resources [17]) and thereby, enhancing the major activities of a manufacturing enterprise (e.g., production). The contribution is structured as follows. Section 2 highlights issues related to online tracking of enterprise entities. Section 3 presents state-of-the-art related to tracking and tracing in manufacturing and supply chains. A framework is introduced in Section 4 to enhance online monitoring and control of enterprise processes. Further, research results related to online tracking, an extension to the aforementioned framework, are elaborated. Section 5 describes an industrial case study to validate the elaborated framework. Enterprise in consideration is a casting enterprise (i.e. batch manufacturing). Hence, examples or scenarios required to clarify the terms associated with the framework will be based on casting processes. Nevertheless, the framework can be used for different types of manufacturing processes. Finally, conclusions and future works are discussed in Section 6.

## 2. PROBLEM DESCRIPTION

In the age of globalization, manufacturing enterprises are facing the problem of cost escalation, among others. Enterprises need to simultaneously adhere to various regulations and standards. For instance, General Food Law of European Union - European Commission (EC) No. 178:2002 places requirement for tracing immediate supplier of products as well as immediate recipients [18]. Similarly, OEMs lay down tough requirements on Tier suppliers for tracing of products. This might be for auditing purpose (e.g., quality audit), calculating actual product cost, minimizing recall cost by identifying only the defect products and

corresponding customers, and so forth. In short, tracking and tracing systems are indispensable for enhancing enterprise transparency, quality and efficiency, and at the same time improve inventory management [17].

Enterprises have numerous procedures or processes to collect data from various MES levels concerning different enterprise entities, either in real-time or offline. Data can be collected from PLCs of automation devices (see [19], [20]), barcode scanners [21], and radio frequency identification (RFID) tags [21], among others. The acquired data can be initially stored in process database for a certain period of time, and later in data warehouses. In most of the cases, the stored data is used for offline (or passive) tracing of enterprise entities, revealing embedded knowledge utilizing knowledge discovery in databases (KDD) [22], and calculating key performance indicators (KPIs) [23] and overall equipment effectiveness (OEE) [24]. In regards to offline tracing, online analytical processing (OLAP) can be utilized to perform multi-dimensional queries on the stored data for detection of relevant situations like compliance violations and deviations from planned performance values [25]. For example, analysis of material lot, resource parameters, and so forth can be employed in case of recall of products. In summary, offline tracing and the corresponding control approaches tend to be reactive.

Research in tracing as well as various available tracing systems in supply chains and manufacturing focus on passive tracing of products (e.g., finished products, work-in-progress (WIP)) along manufacturing level and hence, address only horizontal dimension of an enterprise [26]. However, enterprise members from enterprise control level and manufacturing control level, and customers are interested in online tracking of enterprise entities along horizontal and vertical dimension [26]. Hence, it necessitates integrating transactional data (i.e. TO-BE values) from enterprise control level along with the real-time process data (i.e. AS-IS values) from manufacturing level. For example, plant manager would like to track the performance of the shop floor in near real-time with the information from manufacturing level and associated financial information from enterprise control level. Overall, enterprise members based on their roles and responsibilities require aggregated online tracking information for decision making processes, and thereby, transforming the control approach from reactive to adaptive.

## 3. STATE-OF-THE-ART

Elaborate research has been carried out in the area of tracking and tracing along horizontal dimension in supply chains and manufacturing. In spite of this, tracking and tracing are often interchanged in most instances. Nevertheless, both terms have different meaning. In this section, definitions of tracking and tracing are provided to distinguish between them, performance of online tracking from computer science perspective is described and state-of-the-art of tracking and tracing is presented in supply chains and manufacturing.

### 3.1 Definitions, Properties, and Performance

Various definitions are available for tracking, and tracing and traceability. Tracking is an “act of observing, in most cases, the spatial movement of an entity” [27]. It can also be considered as “gathering and management of information related to the current location of products or delivery items” [28]. IEC 62265-3 regards

tracking as an “activity of recording attributes of resources and products through all steps of instantiation, use, changes and disposition” [3]. Contrary, tracing refers to “storing and retaining the manufacturing and distribution history of products and components” [26], [28]. Similar to tracking, IEC 62264-3 defines tracing as an “activity that provides an organized record of resources and product use from any point using tracking information” [3]. In addition to tracing, traceability is defined as an “ability to preserve the identity of the product and its origins or more vividly as a possibility to trace the history and the usage of a product and to locate it by using documented identification” [29]. Researchers distinguish between tracing and traceability [30], [31]. Tracing refers to pursuing a particular enterprise entity (e.g., product) through a supply chain or shop floor. However, forward traceability identifies where a particular enterprise entity has been used (i.e. material implosion), while backward traceability identifies all enterprise entities (e.g., products, raw material) consumed by a particular enterprise entity in consideration (i.e. material explosion).

Traceability can be performed on various enterprise entity types - product, batch, quality, material lot, order, production plan, resource, and operation [17]. These different entities are linked through different relationships to develop a reference traceability model [17], [30], [31]. A traceability resolution can be defined at two levels - unit/item level and lot/batch level [17], [30]. A reference traceability model was presented at batch level resolution [17], [31]. This reference model was further optimized to have traceability resolution as unit/item [30]. Aforesaid enterprise entities can be categorized into resident entities and transient entities [32], [33]. Resident entity is active in the system (e.g., simulation, tracking) over a longer duration of time and described with fewer attributes. Similarly, transient entity is created, updated and destroyed frequently. Transient entity has detailed descriptions compared to a resident entity description.

In discrete event simulation (DES), researchers describe job-driven and resource-driven models [32], [33]. These models are having analogy to the aforementioned tracking entity types. In the job-driven model, jobs are part of an active system (i.e. transitive system). An individual job contains a separate record in the active system and contains a corresponding memory footprint [33]. This job record is created at the start of the manufacturing process and thereafter, record is updated while moving through different manufacturing process steps. Contrary, resources as in resource-driven model are part of the active system processing passive jobs. Therefore, a resource record contains fewer details compared to a job record. Each of the aforementioned models has its own advantages and disadvantages. In case of resource-driven model, execution of the system is fast and uses small memory footprint, which both do not change over a period of time [33], resulting in a system operating at maximum performance [30]. Job-driven model assists to track jobs with higher clarity but at the expenses of execution speed and exhaustive memory footprint. This model can be employed in manufacturing enterprise with low volume and high-mix production [32].

## 3.2 Track and Trace in Manufacturing and Supply Chain

Based on reference architecture ISO 15704, standards are available stressing on significance of tracking, tracing and

traceability. Manufacturing enterprise solutions association (MESA) identifies product tracking and genealogy as one of the core functions of MES providing visibility to where work (i.e. products) is at all times and its disposition [34], [35]. VDI 5600 defines traceability process with the following sub-processes: documentation of production flows, acquisition of process data for complaint verification, acquisition of product data, analysis of product and process data for different objectives, and archiving of product and process data [2]. Finally, IEC 62264-3 identifies production tracking, maintenance tracing, quality resource traceability analysis, and inventory tracing.

Research has been performed for online monitoring of enterprise processes. For instance, PMC Provis.Agent integrates various IT-systems and machine control devices, and establishes the use of information between various systems [11]. Similarly, System Insights provides an open source framework for online monitoring and analysis of manufacturing enterprises [20]. The framework constitutes following components - data delivery, data collection, and data analysis. In aforesaid systems, real-time process data from the manufacturing level is visualized online using charts and gauges. Real-time process data is stored in database for offline analysis (e.g., forward and backward traceability, compliance violations) which is the case of most of the MES solutions.

Association for automatic identification and mobility (AIM) identifies diverse family of technologies that share the functionality of identifying, tracking, recording, storing and communicating transactional, process, or product data [21]. These technologies can include barcodes, RFID tags, and data matrix codes, among others. These technologies either as single or in combination can be chosen based on requirements and feasibility. For more detailed description of tracking and tracing scenarios using automatic identification refer to [29], [30], [31].

RFID technology has been widely accepted in many industries for identification of products. However, it is mostly used to passively read the identification of the associated product and further, manually control the concerned process. To overcome this issue, decentralized product-based production control utilizing RFID was proposed [36]. Products and resources have installed RFID transponder. These products and resources exchange information between them as well with the planning level for continuous monitoring. European Union funded project TraSer provides open-source platform for tracking and tracing on an item level across different enterprises in a supply chain [27].

Available AIM technologies cannot be employed in all industrial scenarios. In case of casting enterprise, RFID tags cannot be attached to molding box as molding box will be destroyed to segregate castings and sand. Similarly due to high thermal conditions of the castings, RFID tags cannot be attached. Nonetheless, AIM technologies can be utilized in casting enterprise for online tracking of sand cores, and molten material, and so forth at batch level. To overcome the aforesaid drawbacks, Philips dotcode can be encoded on casting components – directly on components or through molding box [37]. Nevertheless, this encoding has many drawbacks. First, special resource has to be introduced into existing casting process for encoding and identification. Second, dotcode will be available for tracking of components almost at the end of the casting process. However, customers can utilize this coding for subsequent tracking and tracing. Third, component shape and size severely restrict the

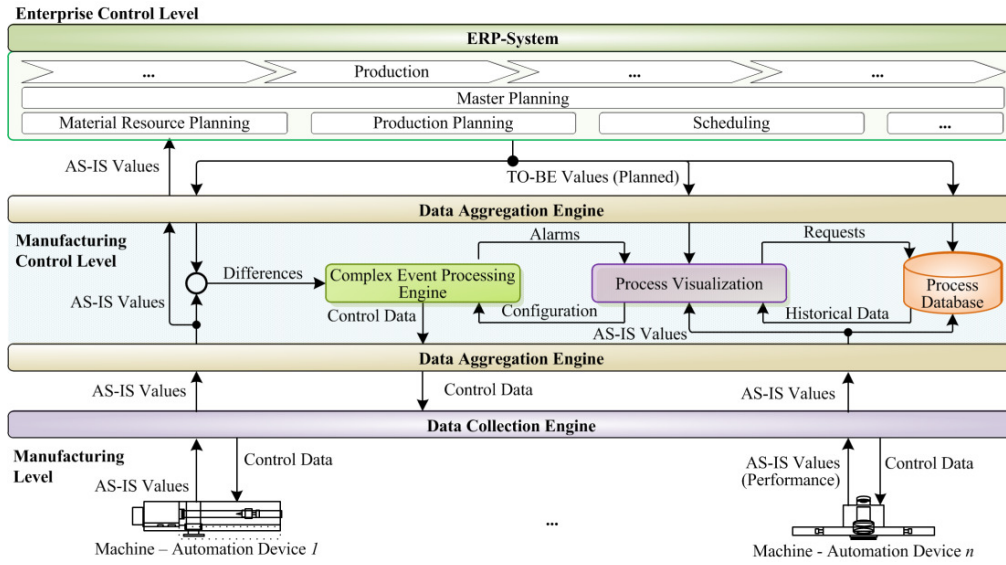


Figure 2. Framework overview for EI, and online monitoring and control of enterprise processes (adapted from [38], [39]).

encoding process. Finally, (critical) components cannot be encoded due to safety regulations, and component specifications, among others. In short, suitable AIM technologies need to be identified for the enterprise in consideration.

#### 4. FRAMEWORK FOR ONLINE TRACKING OF ENTERPRISE PROCESSES

An overview of the envisaged framework for enabling EI, and enhancing online monitoring and control of enterprise processes, adapted from [38], [39], is depicted in Figure 2. This framework encompasses following components: (i) data collection engine for integrating physical resources located at manufacturing level (see Section 4.1), (ii) data aggregation engine for relating transactional and real-time process data from different MES levels (see Section 4.2), (iii) data aggregation engine facilitates online tracking of enterprise processes and their entities (see Section 4.3), (iv) online control of enterprise processes using complex event processing (CEP) engine and subsequently, dispatching control objects to achieve strategic objectives of an enterprise (see Section 4.4), and (v) process visualization clients provide interfaces for displaying real-time process data, online tracking information, and support forward and backward traceability of enterprise processes (see Section 4.5). These components can be seen as indispensable for establishment of closed loop control of enterprise processes and realization of knowledge feedbacks within and across various MES levels [1], [11].

##### 4.1 Data Collection Engine for Physical Resource Integration

Data collection engine has been designed for physical resource integration at manufacturing level [19]. Existing standard and proprietary protocols (e.g., OLE for process control (OPC) servers, Modbus) for data collection are embedded into data collection engine. Due to modular design, data collection engine can be extended to include new protocols. The engine provides

windows communication foundation (WCF) interface for subscribing to acquired process data from automation devices and their PLCs. Process data can include various resource parameters (e.g., temperature), unique identification tags, events, and so forth [3]. Identification tags are crucial for online tracking and control of enterprise entities. Identification tags can be collected in numerous ways: AIM techniques (e.g., by scanning barcode representing molten material batch number; reading RFID tag attached to a container with sand cores), resource generated (e.g., unique molding box number is generated once the physical lower molding box is produced by molding machine), and operator input (e.g., operator key-in order number before start of an order execution through a terminal).

Process data can be retrieved from automation devices and their PLCs using three distinctive *communication patterns*. First, the data collection engine utilizes polling mechanism with a pre-defined polling interval for requesting the data from automation devices (e.g., request temperature value of melting pot every 500 ms). Second, publish-subscribe mechanism can be used to automatically publish the data on its update, as it is preferred for online control activities (e.g., publish molten material batch number whenever molten material is poured into a molding box). Third, isochronous communication pattern can be employed. In this case, publish-subscribe mechanism is used only for subscribing to the value of a certain primary key from the automation device. On change of this value, corresponding block of data can be requested from the automation device using request-reply mechanism. For instance, block of data (e.g., pressure, weight) is requested whenever molding box number is changed indicating a new molding box has been produced. Isochronous communication pattern is not as rigid as polling mechanism, but not as lenient as publish-subscribe mechanism.

##### 4.2 Data Aggregation Engine for EI

The data aggregation engine subscribes to data collection engine and is in charge of preliminary processing of delivered process



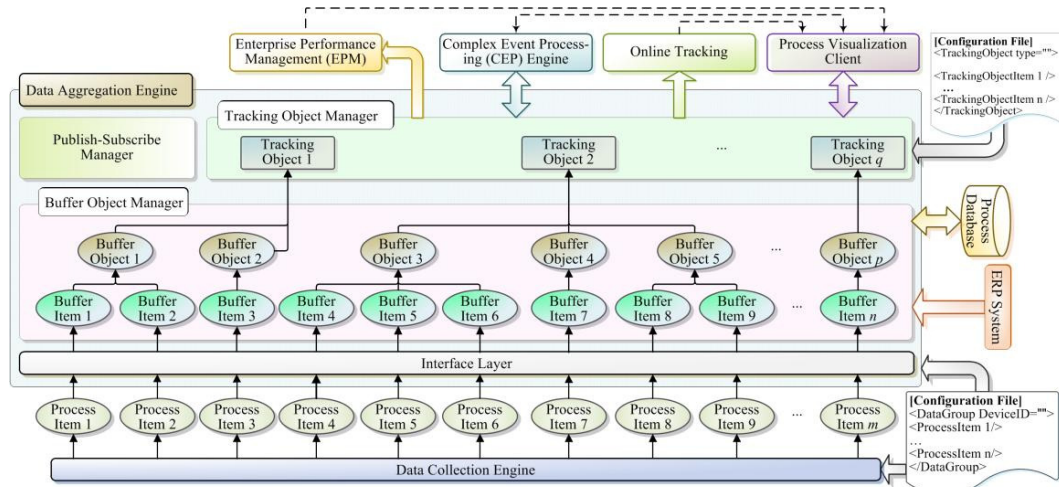


Figure 3. Simplified view of data aggregation engine.

data (i.e. AS-IS values) as depicted in Figure 3. Further, it integrates the AS-IS values with the corresponding transactional data (i.e. TO-BE values) from business applications. Integrated data is committed to a process database for offline analysis (e.g., KDD process, forward and backward traceability). In addition, selected subset of the integrated data is consumed to derive tracking objects.

On startup, data collection engine and data aggregation engine are initialized from an XML-based configuration file (see Figure 3). An editor is available to system administrators to manage the configuration file. This configuration file defines necessary information required by the aforesaid engines during run-time. The information contained can be related to resources, data groups, buffer objects, process items, buffer items, database settings, and so forth. A resource is identified by a unique device identification tag which can have one or more data groups denoting possible operations that can be performed by the resource. For example, molding machine will contain data groups for operations to manufacture lower molding box and upper molding box. A data group consists of process item definitions (e.g., temperature) and communication pattern settings. In turn, each process item is characterized by item name, memory location in the automation device and data type. Data groups along with the process items are initialized in the data collection engine and process items are delivered to the subscribed data aggregation engine through WCF interface.

Buffer objects are managed by buffer object manager in the data aggregation engine. A buffer object corresponds to a certain data group in an automation device instantiated through data collection engine and signifies a certain activity in the enterprise processes. Similar to data groups, buffer object consist of number of buffer items. A buffer item is akin to a process item but contains additional information like readable name, column name for mapping onto a process database table, unit. The relationship between process items, buffer items and buffer objects is depicted in Figure 4. The configuration file explicitly defines the relation between buffer items and corresponding buffer object, when (i.e. trigger condition) and where (i.e. database table name) a buffer object has to be stored in the process database.

Data collection engine publishes process items from different automation devices which have been updated. A process item is mapped onto a buffer item by interface layer (see Figure 3). On creation of a buffer item, buffer object manager creates or updates corresponding buffer object, as shown in Figure 5. A buffer object is created if it does not exist; otherwise, it is updated with the arrival of new buffer item's value. Hence, a certain buffer object (e.g., a lower molding box) is allocated memory only once. As depicted, buffer items arrive at different time and frequency, and update the corresponding buffer object. In addition, buffer object manager retrieves transactional data (i.e. TO-BE values) from ERP system corresponding to a buffer object. Based on a trigger condition which has been predefined in the configuration file, a buffer object is processed by buffer object manager for committing it in process database. Simultaneously, the buffer object is forwarded to tracking object manager for further processing. Once the buffer object is committed to the process database, it is reset and waits for arrival of new buffer items.

Trigger conditions define when buffer objects have to be stored in the process database and forwarded to tracking object manager. These trigger conditions depend upon automation device vendors

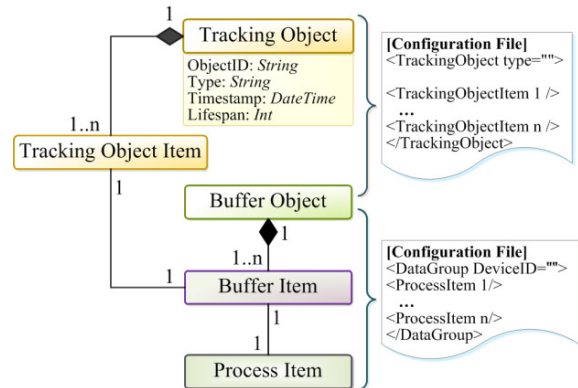
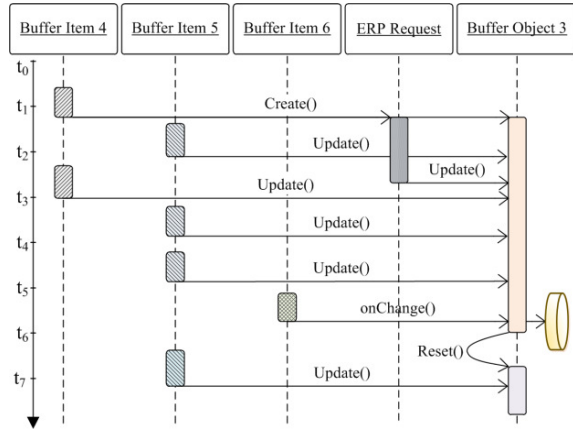


Figure 4. Relationship between process item, buffer item, buffer object, tracking object item and tracking object.



**Figure 5. Sequence diagram for depicting interaction between buffer items and buffer object.**

who define conditions when the process data will be stable for further processing. There exist different trigger conditions: *onChange()*, *always()*, and *onCondition()*. These trigger conditions can be extended to include new conditions. *onChange()* trigger condition is valid when a certain predefined buffer item's value is changed. For example, details of lower molding box are committed to process database when the sequence number of the lower molding box is increased. *always()* trigger condition can be utilized when buffer object has to be continuously committed to process database on arrival of a buffer item. To analysis melting pot, it is necessary to plot a graph with temperature against time, necessitating storing temperature value every time it arrives. *onCondition()* trigger condition is an extension to *onChange()* trigger condition with an additional condition that a certain predefined buffer item has changed to a preset value. Molten material before pouring into molding box is treated with gas to obtain certain chemical composition of molten material. Buffer items (e.g., gas flow rate) arrive continuously but the buffer object is committed when a particular status buffer item is set to one, indicating the metal treatment process is in progress.

Finally, publish-subscribe manager of data aggregation engine manages subscription of various components of the framework (e.g., CEP engine, process visualization clients). Similar to data collection engine, WCF interface is available for subscribing. The aforementioned tasks (e.g., update of buffer object, storing of buffer object) are handled in dedicated threads. Hence, it necessitates implementing data aggregation engine functionalities in a thread-safe manner (e.g., mutual exclusion).

### 4.3 Tracking Objects and Online Tracking of Enterprise Entities

On trigger conditions, buffer objects are committed to a process database. Simultaneously, these objects are forwarded to tracking object manager as illustrated in Figure 3. Tracking object manager is responsible for supervising tracking objects and their life cycle. Tracking objects are aggregated for deriving online tracking information of enterprise processes and their entities, and utilized in numerous ways: (i) tracking objects are forwarded to CEP engine for online control of enterprise processes, (ii) tracking objects are exploited for enterprise performance management like

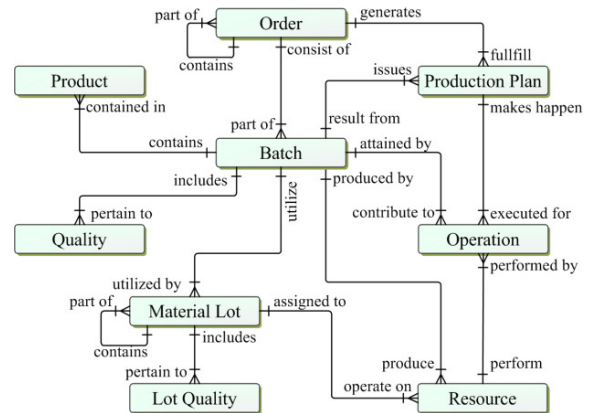
calculating online KPIs, and (iii) all subscribed process visualization clients receive tracking objects for visualization.

Tracking is described as “activity of recording attributes of resources and products through all steps of instantiation, use, changes and disposition” [3]. Like traceability, tracking can be performed on numerous enterprise entity types - product, batch, quality, material lot, order, production plan, resource, and operation [17]. Further, these entities can be classified into transient and resident entity types [32], [33]. In case of enterprise with low volume and high mix manufacturing, resource can be considered as resident entities, while other enterprise entities can be considered as transient entities. In short, it is necessary to employ both transient and resident entity types for achieving enhanced enterprise transparency.

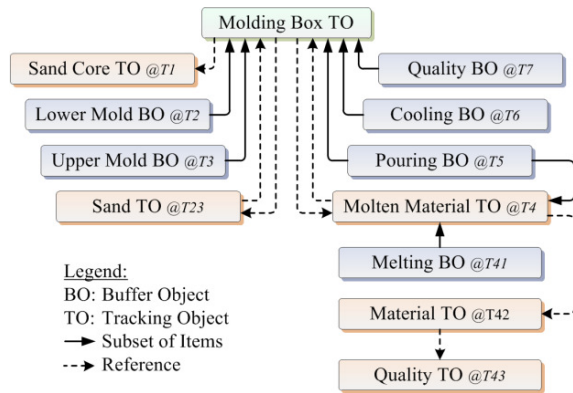
A traceability reference model at the batch level was proposed [17], [31]. This reference model describes various possible relationships with other enterprise entities. In the envisaged framework, online tracking is performed at batch level as most of the raw materials (e.g., sand, molten material) as well as (semi-) finished products are viewed from batch perspective. In addition, batch level tracking resolution will result in reduction of memory footprint, and faster system execution and responsiveness. Hence, the aforementioned reference model was adapted and extended to include resource entity, and batch - raw material and products are segregated as illustrated in Figure 6. Item-centric traceability reference model proposed in [30] can be adapted and extended as mentioned previously in case to obtain item level tracking resolution.

Data members of a tracking object can be categorized into two sets. First set represents data required by tracking object manager to manage tracking object. This data include unique identification tag, and timestamps, among others. Each tracking object is identified by a unique identification tag. For example, molding box tracking object is identified by a unique number and incremented whenever a lower molding box is produced. Similarly, identification tag can be generated for various enterprise entities. Second set represents data required to derive the status of an enterprise entity (i.e. tracking object items). These two sets together are depicted in Figure 4.

A tracking object contains condensed status information of an



**Figure 6. Reference tracking model (modeled as enterprise relationship model with crow's foot notation).**



**Figure 7. Data members of molding box tracking object and its relationship to other tracking objects.**

enterprise entity necessary to derive different perspectives. A tracking object is composed of numerous tracking object items and references to other tracking objects. A buffer object denotes a certain operations within an enterprise process (e.g., pouring operation) consisting of buffer items. However, only subset of these buffer items are mapped onto tracking object items as illustrated in Figure 4. This subset of items represents critical control related parameters/attributes. Data mining methods and structured interviews with the domain experts can be employed to identify these control related parameters [40]. Similar to configuration file described in previous sub-section, an XML configuration file contains explicit relation between buffer items, buffer objects, tracking object items and tracking objects. In addition, a tracking object contains references to other tracking objects, accessed through unique identification tags. An example of a molding box tracking object is depicted in Figure 7 which includes buffer objects and references to other tracking objects. Here, molding box tracking object contains buffer objects denoting operations (e.g., production of lower molding box, upper molding box) performed on the physical molding box and references to other tracking objects (e.g., batch number of the inserted sand cores).

A tracking object will undergo different phases of life cycle - creation, modification and destruction. Creation and modification can be explicitly defined in the XML configuration file. A tracking object is created by allocating memory. This object is modified when the corresponding buffer objects are created or updated. In addition, tracking objects are linked with other tracking objects on creation or update of a certain buffer object. For instance on pouring, reference of molten material tracking object is appended to corresponding molding box tracking object (see Figure 7). Tracking objects are available in main memory. Hence, it is critical to define the termination condition, especially for transient entities like products and orders. Destruction terminates a tracking object by removing the reference and freeing memory for new tracking objects. Consequently, performance is enhanced in terms of memory footprint and execution speed. Termination condition can be specified in numerous ways. The output of a (short-term) production planning is production plan containing quantity, bill-of-materials (BOM), material routing, and resources, among others [41]. In this case, completion of the last step of the material routing can be considered as the

termination condition. Workflow associated with an order and managed in workflow management system (WMS) can also be considered. In addition, maximum expected lifespan of tracking objects can be defined in the configuration file. Aforementioned termination conditions can be employed for defining the termination condition. A special garbage collector manages the destruction of expired tracking objects.

Creation and modification timestamps of a tracking object as well as tracking object items are recorded. Timestamps are crucial for processing by other components of the framework, especially by CEP engine for control of enterprise processes. In few instances, two timestamps are recorded for an event [42]. First timestamp is noted when the actual event is triggered. Second timestamp refers to when the activity is processed by the system. This is required for critical applications. Here, only the timestamp when an event is triggered is considered.

Tracking objects contain transactional data, real-time process data (i.e. number of tracking object items) and references to various tracking objects. These objects can be utilized to create online reports from different perspectives defined by enterprise members' roles (e.g., supervisor, plant manager) and their corresponding privileges (e.g., defined in a lightweight directory access protocol (LDAP) server). Research has identified different ways to navigate between objects (i.e. tracking objects), operation (i.e. buffer objects) and attributes (i.e. buffer items) [29], [30]. For instance, object (e.g., sand batch) → object (e.g., molding box) tracking navigation can be utilized to identify all the molding box tracking objects where a particular sand batch tracking object is used. Aforesaid tracking object navigation can be utilized to derive higher level reports.

Online tracking assists enterprise members from enterprise control level and manufacturing control level with a tool to track enterprise processes and its entities in near real-time. Online tracking object contains manufacturing process data as well as financial information from business applications (e.g., ERP system). With the up-to-date information, enterprise members can proactively perform corrective actions. In addition, tracking object can be forwarded to CEP engine for online control of enterprise processes.

#### 4.4 Online Control of Enterprise Processes

An event is "an object that is a record of an activity in a system" [43]. It has three aspects: (i) form - represents data components, (ii) significance - denotes an activity/operation, and (iii) relativity - describes relation with other events. Definition of an event and its aspects has been included in a tracking object. Tracking objects and tracking object items represent event form as well as event significance. Similarly, relations defined between tracking objects based on the reference model (see Figure 6) characterize event relativity. Therefore, a tracking object can be interpreted as a complex event which is composed of several simple events. For effective control of enterprise processes, temporal and causal relations between complex events should be considered [43]. On creation or modification, tracking objects are forwarded to a CEP engine (e.g., EsperTech [44], Drools Fusion [45]) which supports causal and temporal relations. CEP engine is also capable of dispatching control data to concerned MES levels to achieve strategic objectives of an enterprise.



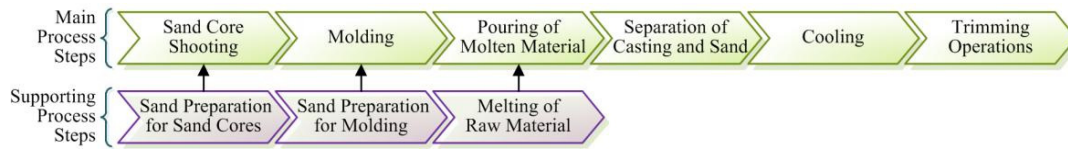


Figure 8. Casting process and its supporting process steps.

#### 4.5 Process Visualization Client

Process visualization client has to fulfill following tasks: (i) visualize real-time process data and transactional data using charts and gauges, (ii) display alarms derived from the CEP engine, (iii) provides interfaces to configure the behavior of the CEP engine, (iv) display detailed online tracking report, and (v) supports forward and backward traceability. For these tasks, the visualization client takes enterprise member's roles and privileges into account.

### 5. A CASE STUDY

The framework for enabling EI and online control of enterprise processes elaborated in Section 4 can be put into practice in different types of manufacturing, especially in batch manufacturing (e.g., casting processes) and discrete manufacturing (e.g., sheet metal forming processes). Here, an attempt is made to realize the framework for casting processes. The enterprise in consideration is characterized by low volume and high-mix production. Casting process is considered as a flow job shop model of scheduling where each job has to pass through a fixed sequence of resources, defined as a workflow in a WMS (see Figure 8). The casting process is supported by special purpose machines with a high production rate (e.g., molding machine can produce approximately 250 molds per hour). To efficiently utilize capital intensive resources, online monitoring and control of enterprise processes is mandatory.

Job-driven and resource-driven or transient entity and resident entity models are considered for online tracking. Enterprise entities in consideration are component's batch, molten material batch, sand batch, and orders and resources (see Figure 9). For

instance, molding machine is considered under resource-driven model or as a resident entity, while other enterprise entities are considered under job-driven or as a transient entity. Online tracking is performed at batch level tracking resolution due to following reasons: (i) most of the raw materials (e.g., sand, molten material) are viewed from batch perspective, (ii) multiple components are simultaneously manufactured (e.g., a molding box contains one or more similar components), (iii) orders are executed in small batches as with low volume and high-mix, and (iv) enhance performance of the implemented application by reducing memory footprint and increasing execution speed.

Each tracking object contains details of the activities performed (i.e. event significance) and the values of the parameters employed to realize the activity (i.e. event form) as illustrated in Figure 9. In addition, tracking object contains references to other tracking objects (i.e. event relativity) which are necessary to generate online tracking report (see Figure 9). Process visualization client provides an interface to visualize the online tracking information. This information is updated during various phases of its life cycle. Further, it takes enterprise members' roles and privileges into account. The workflow, shown in Figure 8, defines the termination condition for tracking objects. For instance, molding box tracking object is removed from memory when it is made available for trimming operations (e.g., grinding operation). The framework has been implemented using Microsoft<sup>TM</sup> Visual Studio IDE and .NET framework 3.5.

### 6. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

Enterprises endeavor to overcome various challenges induced by globalization by enhancing their monitoring and control of enterprise processes or entities. Enterprise entities include products, orders, resources, and material lot, among others. Monitoring of enterprise entities can be classified into tracking, and tracing and traceability. Tracing or traceability are offline analysis tasks performed using historical data. Consequently, associated control of enterprise entities is reactive. However, real-time process data and transactional data can be employed for tracking of enterprise entities resulting in an adaptive control system. A framework has been presented to establish online monitoring and control of enterprise processes. Data aggregation engine pre-processes the process data from various resources. The pre-processed data is further aggregated to derive tracking objects. Online tracking information is generated from tracking objects using various navigation ways associated with tracking objects. Apart from visualizing real-time data, process visualization client provides an interface to display the online tracking report.

At the moment, the framework has been used in an enterprise for online monitoring and control of batch manufacturing (i.e. casting enterprise). Currently, research work is being carried out to apply the framework for discrete manufacturing processes especially for an automotive sheet metal component supplier.

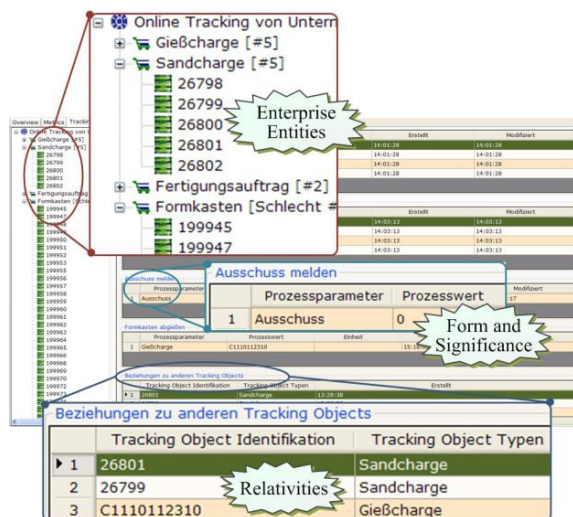


Figure 9. Screenshot of online tracking information.

## 7. ACKNOWLEDGMENTS

Parts of the work presented here have been supported by German Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) as part of “Central Innovation Programme SME” (ZIM) initiative (KF2111502LL0). Also, we are thankful to our industrial partner Ohm & Häner Metallwerk GmbH & Co. KG, Germany for the opportunity to implement the elaborated framework in a casting enterprise. Especially, we would like to acknowledge Dr.-Ing. Ludger Ohm and Dr.-Ing. Georg Dieckhues for their valuable comments and support.

## 8. REFERENCES

- [1] Kjaer, A. P. 2003. The integration of business and production processes. *IEEE CONTR SYST MAG.* 23, 6 (Dec. 2003), 50-58. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/MCS.2003.1251181>.
- [2] VDI 5600. 2007. Manufacturing execution system (MES) - VDI 5600 Part 1. Verein Deutscher Ingenieure (VDI).
- [3] IEC 62264. Enterprise-Control System Integration. All Parts.
- [4] ISO 15704. 2005. Requirements for Enterprise Reference Architecture and Methodologies. ISO 15704:2000/Amd 1:2005.
- [5] Neaga, E. I., and Harding, J. A. 2005. An enterprise modeling and integration framework based on knowledge discovery and data mining. *INT J PROD RES.* 43, 6 (Mar. 2005), 1089-1108. DOI= <http://dx.doi.org/10.1080/00207540412331322939>.
- [6] Giachetti, R. E. 2004. A framework to review the information integration at the enterprise. *INT J PROD RES.* 42, 6 (2004), 1147-1166. DOI= <http://dx.doi.org/10.1080/00207540310001622430>.
- [7] Saenz de Ugarte, B., Artiba, A., and Pellerin, R. 2009. Manufacturing execution system – a literature review. *PROD PLAN CONTROL.* 20, 6 (Sept. 2009), 525-539. DOI= <http://dx.doi.org/10.1080/09537280902938613>.
- [8] Linthicum, D.S. 2003. *Next Generation Application Integration: From Simple Information to Web Services.* Addison-Wesley Professional, Amsterdam.
- [9] Chappell, D. 2005. *Enterprise Service Bus.* O'Reilly, CA.
- [10] MES HYDRA. <http://www.mpdv.de/en/default.htm>.
- [11] Sauer, O., and Sutschet, G. 2006. Agent-based control. *COMPUT CONTROL ENG J.* 17, 3 (June. 2006), 32-37. DOI= <http://dx.doi.org/10.1049/cce:20060305>.
- [12] Plex Online - Manufacturing Execution System. 2010. <http://www.plex.com>.
- [13] Panetto, H., and Molina, A. 2008. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: trends and issues. *COMPUT IND.* 59, 7 (Sept. 2008), 641-646. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2007.12.010>.
- [14] Gronau, N., and Lindemann, M. 2008. Ableitung von IT-Strategien für die Produktion (in German). In *Strategische Bedeutung der Produktion*, D. Specht, Ed. Gabler, Wiesbaden. 147-162. DOI= [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8350-5486-8\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8350-5486-8_9).
- [15] Karnouskos, S., Baecker, O., de Souza, L., and Spiess, P. 2007. Integration of SOA-ready networked embedded devices in enterprise systems via a cross-layered web service infrastructure. In *Proceedings of the 12th IEEE Int. Conf. on Emerging Technology and Factory Automation ETFA 2007* (Patras, Greece, Sept. 25 - 28, 2007). 293-300. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ETFA.2007.4416781>.
- [16] Sauer, O. 2009. Trends in manufacturing execution systems. In *Proceedings of the 6th Int. Conf. on Digital Enterprise Tech. DET 2009* (Hong Kong, Dec. 14 - 16, 2009), Springer, 685-693. DOI= [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-10430-5\\_53](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-10430-5_53).
- [17] Khabbazi, M. R., Yusof Ismail, M. D., Ismail, N., and Mousavi, S. A. 2010. Modeling of traceability information system for material flow control data. *AUST J BASIC SCI.* 4, 2 (Feb. 2010), 208-216. Will, M., and Guenther, D. 2007. Food Quality and Safety Standards. <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/07-0800.pdf>.
- [18] Will, M., and Guenther, D. 2007. Food Quality and Safety Standards. <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/07-0800.pdf>.
- [19] Grauer, M., Metz, D., Karadgi S., Schäfer, W., and Reichwald, J. W. 2009. Towards an IT-framework for digital enterprise integration. In *Proceedings of the 6th Int. Conf. on Digital Enterprise Tech. DET 2009* (Hong Kong, Dec. 14 - 16, 2009), Springer, 1467-1482. DOI= [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-10430-5\\_111](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-10430-5_111).
- [20] Vijayaraghavan, A. 2009. MTConnect for realtime monitoring and analysis of manufacturing enterprises, <http://www.systeminsights.com/>.
- [21] AIM – Association for Automatic Identification and Mobility. <http://www.aimglobal.org/>.
- [22] Choudhary, A., Harding J., and Tiwari, M. 2008. Data mining in manufacturing: a review based on the kind of knowledge. *J INTELL MANUF.* 20, 5 (Oct. 2008), 501-521. DOI= <http://dx.doi.org/10.1007/s10845-008-0145-x>.
- [23] VDMA 66412. Manufacturing Execution Systems (MES) - Kennzahlen (in German). All Parts.
- [24] Muchiri, P., and Pintelon, L. 2008. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *INT J PROD RES.* 46, 3 (July. 2008), 3517-3535. DOI= <http://dx.doi.org/10.1080/00207540601142645>.
- [25] Chaudhuri, S., and Dayal, U. 1997. An overview of data warehousing and OLAP technology. *SIGMOD RECORD.* 26, 1 (Mar. 1997), 65-74. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/248603.248616>.
- [26] Van Drop, K-J. 2002. Tracking and tracing: a structure for development and contemporary practices. *LOGIST INFOR MAN.* 15, 1, 24-33. DOI= <http://dx.doi.org/10.1108/09576050210412648>.
- [27] Kemény, Zs., Ilie-Zudor, E., Szathmári, M., and Monostori, L. 2008. TraSer: An open-source solution platform for cross-company transparency in tracking and tracing. In *Proceedings of the 17th World Congress, The International Federation of Automatic Control* (Seoul, Korea, July 6 - 11, 2008), 4493-4498.

- [28] Kärkkäinen, M., Ala-Risku, T., and Främling K. 2004. Efficient tracking for short-term multi-company networks. *INT J PHYS DISTRIB LOGIST MAN.* 34, 7, 545-564. DOI= <http://dx.doi.org/10.1108/09600030410552249>.
- [29] Töyrylä, I. 1999. *Realising the Potential of Traceability - A Case Study Research on Usage and Impacts of Product Traceability*, Doctoral Thesis. Finnish Academy of Technology, Espoo.
- [30] Rönkkö, M. 2006. *A Model for Item Centric Material Control in Manufacturing*. Master Thesis. Helsinki University of Technology.
- [31] van Dorp, C. A. 2004. *Reference-Data Modeling for Tracking and Tracing*, Doctoral Thesis. Wageningen Agricultural University, the Netherlands.
- [32] Schruben, L. W., and Roeder, T. M. 2003. Fast simulations of large-scale highly congested systems. *SIMULATION.* 79, 3 (Mar. 2003), 115-125. DOI= <http://dx.doi.org/10.1177/0037549703255634>.
- [33] Fowler, J. W., and Rose, O. 2004. Grand challenges in modeling and simulation of complex manufacturing systems. *SIMULATION.* 80, 9 (Sept. 2004), 469-476. DOI= <http://dx.doi.org/10.1177/0037549704044324>.
- [34] MESA. 2004. MESA's Next Generation Collaborative MES Model. White Paper. No. 8. MESA International.
- [35] MESA. 1997. MES Explained: A High Level Vision. White Paper. No. 6. MESA International.
- [36] Zaeh, M. F., Ostgathe, M., Lau, C., and Wiesbeck, M. 2009. Adaptive, product-based control of production processes. In *Proceedings of the 3rd Int. Conf. on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production CARV 2009* (Munich, Germany, Oct. 5 - 7, 2009), 99-110.
- [37] Sluiter, P. 2007. Spezifische Kennzeichnung von Gussstücken in Großserien (in German). *Giesserei.* 94 (Jul. 2007), 77.
- [38] Grauer, M., Karadgi, S. Metz, D., and Schäfer, W. 2010. Online monitoring and control of enterprise processes in manufacturing based on an event-driven architecture. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Event-Driven Business Process Management* (Hoboken, NJ, Sept. 13, 2010).
- [39] Grauer, M., Karadgi, S., Metz, D., and Schäfer, W. 2010. An approach for real-time control of enterprise processes in manufacturing using a rule-based system. In *Proceeding of Multikonferenz Wirtschaftsinformatik MKWI 2010* (Göttingen, Feb. 23 - 25, 2010), 1511-1522.
- [40] Grauer, M., Karadgi, S., Müller, U., Metz, D., and Schäfer, W. 2010. Proactive control of manufacturing processes using historical data. In *Proceedings of the 14th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems KES 2010* (Cardiff, UK, Sept. 8 - 10, 2010), 399-408.
- [41] Stadtler, H. 2008. Production planning and scheduling. In *Supply Chain Management and Advanced Planning*. Stadtler, H. and Kilger, C. (Ed.). 4th edition, Springer, Berlin, 199-216.
- [42] Seeger, B. 2010. Kontinuierliche Kontrolle - Complex Event Processing: Auswertung von Datenströmen (in German). In *iX - Magazin für professionelle Informationstechnik*, 2/2010, 131.
- [43] Luckham, D. 2007. *The Power of Events - An Introduction to Complex Event Processing in Distributed System*. Addison-Wesley, Munich.
- [44] EsperTech, <http://www.espertech.com/>.
- [45] Drools Fusion, <http://www.jboss.org/drools/>.

# A Service-Oriented Approach to Freight Routing in Intermodal Transport Systems

Joerg Leukel  
University of Hohenheim  
Schwerzstrasse 35  
70599 Stuttgart, Germany  
+49 711 459-23968

joerg.leukel@uni-hohenheim.de

Stefan Kirn  
University of Hohenheim  
Schwerzstrasse 35  
70599 Stuttgart, Germany  
+49 711 459-24025

stefan.kirn@uni-hohenheim.de

## ABSTRACT

Determining optimal routes for given freight is a core decision in logistics. In intermodal logistics, freight routing has to consider the interfaces between different modes of transportation, such as hand-over offsets, load changes, and organizational procedures. We study this problem from the perspective of Service-Oriented Computing (SOC). We (1) propose representing intermodal transport systems as a set of service offerings and customer demand as service requests, (2) define freight routing as a service composition problem, and (3) develop a composition algorithm for transportation services.

## Keywords

Logistics, Service Composition, Service-Oriented Computing.

## 1. INTRODUCTION

Freight transport systems are challenged by increasing requirements from supply chains and markets. These requirements concern their throughput, scalability, and flexibility to meet growing and individual customer demand. Intermodal transport systems are of particular importance, since they serve as the backbone of global trade [26].

The vital role of information technology for coordinating resources and activities in transport systems has been acknowledged a long time ago [9]. On the operational level, freight routing, thus the process of selecting the best route for given freight, can be supported by acquiring information about existing relations, assessing the transport system formed by these relations, and determining routes by linking and instantiating

relations [3][7]. Such support, however, depends on the availability, accurateness, and interpretation of such information.

Intermodality causes often additional costs and delays at the interface between modes. Overcoming *organizational and technical barriers* of intermodality can be achieved by explicitly describing intermodal exchanges and integrating these descriptions into decision making. This paper addresses these barriers by grounding freight routing on key concepts and formalisms of Service-Oriented Computing (SOC). As a paradigm for software systems, SOC aims at rapidly and easily developing applications by composing single services. A service is an autonomous, platform-independent computational entity that provides some functionality via an interface [16].

The current state of SOC adoption in logistics is that of a paradigm which transforms existing software architectures into service-based systems (e.g., [11]). IS research has attributed these architecture with better supporting flexibility of business processes [6][10]. Unlike the dominating computational SOC approach, which regards electronic services as means of logistics IT functionality, such as resource planning, we represent *transport operations* as software-based services. Thus we do not represent logistics planning functionality, but use the SOC idea for a new class of software-based services. These services match directly to services in economics and give access to operations within a logistics system by means of standardized electronic interfaces. This understanding of services is a constituent of an overarching research program that studies coordination problems in multi-tier supply chains for fulfilling individual demand. In the research at hand, individual demand is that of a routing request for which a solution is not given a-priori, but must be determined based on available service offerings.

In particular, we (1) propose representing intermodal transport systems as a set of service offerings and customer demand as service requests, (2) define freight routing as a service composition problem, and (3) develop a composition algorithm customized for transportation services. We demonstrate the applicability and usefulness in a simulation experiment. The contribution is service-oriented freight routing which takes into account barriers between relations.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 reviews related work. Section 3 provides a basic model of intermodal transport. Section 4 introduces the SOC perspective and develops service-oriented routing. Section 5 provides an evaluation and discussion. Section 6 provides a short conclusion.

## 2. RELATED WORK

The relevant existing body of knowledge originates from two major areas: intermodal logistics and service composition.

### 2.1 Intermodal Logistics

Intermodal logistics has been given a top priority in many regions due to its significant growth [8]. Routing is a classic task in logistics and other network systems, e.g., telecommunication systems. Intermodal freight routing is different from vehicle routing, because it incorporates mode changes and often uses relations by more than one logistics service provider (LSP). Referring to the classification by *Caris et al.* [5], the time horizon of this decision problem is operational and the decision maker is the intermodal operator, e.g., shipper.

In parallel to the growing economic importance of intermodal logistics, interest in routing has increased. The early work by *Min* [14] uses goal programming for solving the conflict of costs, delivery time, and service quality between alternative modes. This approach is, however, severely limited: transport time is proportional to the distance traveled by each mode, transport units are fixed to one container size for all modes, and modal transfers are always intra-organizational. These limitations, in particular the latter, exclude competitive intermodal transport systems.

*Boardman et al.* [3] apply a k-shortest path algorithm. This approach considers transport costs per relation, transfer costs between modes, and delivery time, whereas it abstracts from concrete offerings of LSPs. Therefore, for each relation and mode exists only one pre-defined LSP; hence it is not possible to select from competitive LSPs. In [4], optimality is defined as solving a two-objective problem (minimize time, minimize costs). The shortest path algorithm is applied to a transport systems consisting of five major Canadian, three Mexican destinations, and several modes for each relation. This research determines concrete optimal routes without providing a general approach to selecting offerings by LSPs. The work of *Chang* [7] considers time windows of transport modes. It also assumes more realistic cost functions (concave instead of linear). The proposed heuristic aims at minimizing time and cost, but restricts the transport unit to one type only (air freight container). *Ziliaskopoulos* and *Wardell* [25] include an even larger set of constraints: delays at modal changes and time-dependent travel times. Their algorithm indicates an almost linear complexity for passenger transports, but it is tested for systems with three predecessors per node only.

### 2.2 Service Composition

Determining service compositions still remains an important issue in SOC research [16]. With regard to our approach, two major approaches from SOC are relevant: (1) semantic service description, and (2) template-based composition.

*Semantic service description* enriches service descriptions in such a way that one can determine compositions by reasoning about pre- and post-conditions and other service parameters of available services. It requires the description of all services based on a common service ontology. Description languages such as OWL-S have been proposed. A key requirement for service composition is the consideration of the quality of service (QoS). Unlike approaches such as BPEL, Petri-net, and pi Calculus, these parameters are part of all semantic approaches [13]. By following the semantic direction, our proposal considers logistics QoS.

A comprehensive QoS-aware composition framework is proposed by *Zeng et al.* [24]. Users define business objectives that must be reached. Then the system generates the required services for these objectives based on a set of domain-specific business rules; additional rules are applied to create chains of services, by linking, adding, and removing services subsequently. The difference to our approach is that it allows specifying user requests very powerful, e.g., by providing parts of an abstract workflow. However, it requires the codification of all domain knowledge by three types of rules.

A sub-task of composition is checking the validity of two linked services (sequence). Matching types for describing the match between output of the preceding service and input of the proceeding service were proposed by *Lecue* and *Delteil* [12]. We will use this linkage for transport services.

Template-based composition relies on domain-specific templates, which are abstract workflows. A composition algorithm then instantiates and/or modifies the template. This avenue of research is similar to 'pattern-based workflow generation' [23], which also determines workflows by reusing knowledge about the domain. The most general knowledge can be retrieved from *van der Aalst et al.*'s [1] workflow patterns, which are fully domain-independent. Applying this idea to service composition can also be denoted as configuration; this term emphasizes that the search space is reduced. *ten Teije et al.* [19] exploit specific knowledge about objects and propose an algorithm for filling a template. The major differences of our work are that (1) we allow modifications of the template by inserting parallels and loops and (2) provide a richer semantic service model.

Service composition has also been acknowledged by IS research: *Blau et al.* [2] propose the concept of Service Value Network; it represents a network of business entities that provide business value through market-based composition of complex services from a pool of standardized service modules. The similarity to our approach is the conceptualization of service and composition; the formalism used is based on statecharts. The objective of this research is different from ours and hence its perspective of market mechanism design, i.e., game and auction theory. *Röglinger* [18] proposes an operationalization of correctness for service compositions and thus contributes to formally measuring and ranking alternative compositions; this research does not integrate itself into semantic service models.

## 3. BASIC MODEL

This section defines a basic model of intermodal transport system and transport service. It will be used and extended in the subsequent section. We also define assumptions of our work.

### 3.1 Intermodal Transport System

A transport system is a logistics system concerned with delivering goods from origins to destinations. It consists of nodes participating in transforming goods with regard to location, time, and quantity. Nodes are inter-connected by relations (possible flow of goods), whereas nodes represent the transshipment of freight (e.g., terminal). An intermodal transport system consists of at least two different modes of transport (e.g., road and rail transport), which requires transshipment while most often keeping the transport unit (e.g., by standard containers).



**(Definition 1) Intermodal transport system** is a directed graph  $ITS=(N,R,C,D)$ , where  $N$  is the set of nodes and  $R$  is the set of relations with  $R \subseteq N \times N \times TU \times M$ . Each  $r \in R$  is a 4-tuple  $r=(n_i, n_j, tu, m)$ , with flow of transport unit  $tu \in TU$  from  $n_i \in N$  to  $n_j \in N$  using the mode  $m \in M$ .  $C$  is a function that defines the cost  $c_{x,y}(n)$  for a transshipment from mode  $x \in M$  to mode  $y \in M$  at node  $n \in N$ , i.e.:

$$C \in x, y, n \rightarrow \mathbb{R}_{>0}$$

Respectively,  $D$  is a function that defines the delay  $d_{x,y}(n)$  for transshipment from mode  $x \in M$  to mode  $y \in M$  at node  $n \in N$ , i.e.,

$$D \in x, y, n \rightarrow \mathbb{R}_{>0}$$

### 3.2 Transport Service

Transport services are offered by LSPs and consumed by, e.g., shippers. A transport service realizes at least one relation  $r \in R$  in  $ITS$ . As such, it can be regarded as an abstraction from the underlying physical infrastructure. The set of all logistics services is captured in the transport service flow model.

**(Definition 2) Transport service flow model** is a directed graph  $TSF=(A,S,MA)$ .  $A$  is the set of actors.  $S$  is the set of offered transport services. Each  $s \in S$  is a tuple  $s=(a_j, a_k)$ , with flow  $s$  from  $a_j \in A$  to  $a_k \in A$ .  $MA$  is a (mathematical) relation which maps each  $s$  to relations  $R$  in  $ITS$ , i.e.,  $MA \in S \rightarrow R$ . Thus each transport service  $s$  can implement  $|MA(s)|$  relations in  $ITS$ .

Integrity constraints must hold for existence of actor who does not provide a service (customer only), actor who does not consume a service (LSP only), and weak connectivity. In addition, it has to be assured that a service can only be mapped to more than one relation, if all such relations are connected by a walk. Therefore: For any  $s$ , if  $|MA(s)| \geq 2$ , then  $t:=|MA(s)|$  and there must exist a walk  $w_s$  in  $ITS$  with  $w_s=(n_i, ma_{s,1}, \dots, ma_{s,t}, n_j)$  and  $n_i, n_j \in N$ .

### 3.3 Optimal Freight Route

Freight routing is the process of selecting the most appropriate route for shipments through the transport system. The optimal route is the one which best fulfills the request. Ultimately, optimality of a route can be reduced to minimizing its costs. If more criteria, such as time and alpha service level, are used, then these criteria could be weighted and their values aggregated into total weighted costs.

**(Definition 3) Routing request** is defined as  $req=(n_{origin}, n_{dest}, tu)$  for transport of  $tu \in TU$  from  $n_{origin} \in N$  to  $n_{dest} \in N$ .

**(Definition 4) Optimal freight route** is a way  $w^*$  in  $ITS$  with  $w^*=(n_{origin}, r_1, \dots, r_k, n_{dest})$ , and minimizing its costs  $c(w^*)$ :

$$c(w^*) = \min \sum_{i=1}^k c(r_i)$$

## 4. SERVICE-ORIENTED ROUTING

This section proposes solving the freight routing problem by composing transport services. We introduce and adopt SOC formalisms for describing services and their composition.

### 4.1 Rationale

SOC defines a service as an “autonomous, platform-independent computational entity” providing some functionality, which can be accessed over an infrastructure via an interface [16]. Service usage takes place by exchanging messages between service provider and service customer. In technical terms such services are Web Services (WS) being implemented on the WS technology stack. We adopt this definition to transport service. The aim is to *represent* transport services – which are executed physically in logistics – as electronic services. Calling the electronic service means submitting an order to the LSP. Response messages by the provider inform the customer about the status of service execution; e.g., delivery advice, delivery notification etc.

In a naïve scenario assume that each relation  $r \in R$  in  $ITS$  is represented by exactly one electronic service. Then a route from node  $n_1$  via  $n_2$  to  $n_3$  can be defined by (1) selecting the service, which connects  $n_1$  and  $n_2$ , and the service, which connects  $n_2$  and  $n_3$ , and (2) linking these services in sequence. This combination of services is called *composition* or *composite service*. The latter term emphasizes that the composition itself is a service that can be offered by a service provider. The logical structure of a composition needs to be described in a *workflow*. The workflow can either be given by the service customer (in case the composition is known) or must be determined by the service provider. The latter case matches to the freight routing problem.

What makes determining the composition difficult is the complexity and diversity of service offerings. Intermodal logistics is characterized by at least two modes of transport, thus regularly two specific services need to be combined. Complexity refers to the number of service offerings and number of dependencies between offerings. For instance, the physical infrastructure used must be considered when composing services (e.g., transferring transport units, loading/unloading of vehicles). Organizational procedures play also an important role (e.g., time slots for delivery, qualification of staff).

These conditions constrain the set of valid compositions. This class of composition is addressed in SOC by a semantically rich description of services. A common model is IOPE (inputs, outputs, preconditions, and effects) as part OWL-S [21], which is an ontology for describing Web services. Respective services are then called Semantic Web Services (SWS).

### 4.2 IOPE Service Model

IOPE structures the service description into inputs, outputs, preconditions, and effects. The assumption is that all services are described by referring to a domain ontology  $T$ . IOPE reflects the service functionality as an information transformation and a state change resulting from the service.

*Information transformation* is subject of input and output. Valid input can be restricted by referring to a concept of the ontology  $T$ . It is important that a transport service represents a physical activity taking place in the real world, thus transformation is not limited to information, but concerns the object of this physical activity; hence the transport unit  $tu$ . We therefore interpret IO as the *physical transformation*. Further, intermodal transport aims at keeping the transport unit unchanged, e.g., output equal to input.

The *state change* is captured by PE. Preconditions are constraints over inter-dependent input information. In transportation, these need to be related to physical state. At least it is required that the transport unit is located at the service's origin node. We thus formulate an axiom: Let  $origin\_s$  be the origin node of  $s$ , then  $pre\_s := isLocatedAt(tu, origin\_s)$ . Effect is the change; here it is right the logistics transformation of  $tu$  in time and location. For the former we define  $eff\_s := isLocatedAt(tu, dest\_s)$ , with  $dest\_s$  the destination node of  $s$ . The latter is calculated by adding the transport time ( $leadtime\_s$ ) to the start of transportation, i.e.,  $atTime(tu, dest\_s) := atTime(tu, origin\_s) + leadtime\_s$ .

Table 1 summarizes the interpretation of IOPE.

**Table 1. Interpretation of IOPE**

Description	Web Service	Transport Service
Input	Information required for executing the service	Transport unit of the shipper
Output	Information generated by service execution	Transport unit of the shipper
Precondition	Constraint over input information	Disposability of $tu$ at origin location
Effect	State change	Transformation of $tu$ in time and location

### 4.3 QoS Model

IOPE supports the finding of *valid* linkages between services. It is, however, not sufficient to determine to which degree the request is fulfilled. This task requires a quantitative assessment by QoS. It amends the service description by non-functional QoS parameters [17]. Next we visit QoS of Web services, and interpret QoS parameters through the lens of transport.

Current specifications for service descriptions do not define QoS parameters a-priori, but delegate this task to service domains. Nevertheless a minimum set of parameters can be identified in SOC literature [17], consisting of execution time, cost, throughput, availability, and reliability. Table 2 maps these parameters to metrics used for measuring transport services.

**Table 2. Interpretation of QoS parameters**

Parameter	Web Service	Transport Service
Execution time ( $et$ )	Time between service request and response	Time between pick-up at origin and delivery at destination (lead time)
Cost ( $co$ )	Cost charged by the service provider	Cost charged by the LSP depending on tariff scheme
Throughput ( $tp$ )	Number of requests served per time period	Ton kilometers per time period
Availability ( $av$ )	Time service is available per time period	Time service is available; based on calendar/day.
Reliability ( $re$ )	Number of correct responses of all responses	Probability that transport arrives at destination in due time ( $\hat{\alpha}$ service level)

The physical nature of transport has to be considered. For instance, the execution time of a Web service is the time between service request and response. The measurement of transport services is different, because the service starts not at the time of request, but at the time of pick-up at the origin node.

QoS parameters complement the service description. We thus extend the preliminary transport service definition as follows.

**(Definition 5) Transport service** is a tuple  $s = (a_j, a_k, w_{origin}, w_{dest}, m, I, O, P, E, Q)$ :

- $a_j$  is the service provider,  $a_k$  service consumer,  $a_j, a_k \in A$ .
- $w_{origin}$  is the start node of walk  $w(s)$  in  $ITS$ ,  $w_{dest}$  is the end node of  $w(s)$  in  $ITS$ , with  $w(s)$  constructed by  $MA(s)$ .
- $m$  is the mode of the last relation in  $w(s)$ .
- $I$  is a set of input information, i.e., transport units  $tu \in TU$ .
- $O$  is a set of output information, i.e., transport units  $tu \in TU$ .
- $P$  is a set of preconditions, i.e., logical axioms.
- $E$  is a set of effects, i.e., logical assertions.
- $Q$  is a set of QoS parameters with  $Q = (Q_{et}, Q_{co}, Q_{tp}, Q_{av}, Q_{re})$ .

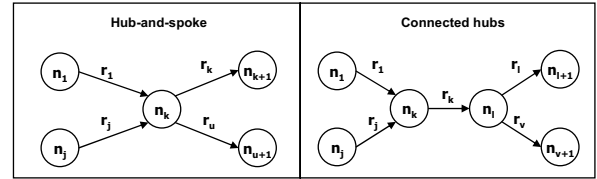
### 4.4 Template-based Service Composition

The objective of template-based service composition is to reduce the effort required for finding compositions by incorporating domain knowledge into the search process. Composing is then the process of finding instantiations of each “slot” of a given template [19][23]. We identify templates for intermodal transport systems and formalize them.

#### 4.4.1 Service Composition Templates

Transport systems provide alternative routes for delivering freight from origin to destination. For the task of freight routing the system is given ex-ante. Therefore, we need to examine transport systems for generic structures. The theoretical framework for designing transport systems by *Woxenius* [22] provides six design principles, from which two are relevant for structuring intermodal transport systems:

- *Hub-and-spoke* collects freight in a central node (hub) and then disseminates freight to a number of destinations. Intermodality exists if a mode change takes place at the hub.
- *Connected hubs* extends the hub-and-spoke (Figure 1) by adding relations between two hubs. It subdivides each route into three relations: pre-carriage (to the first hub), main carriage (from first to second hub), and on-carriage (to the destination).



**Figure 1. Hub-and-spoke and connected hubs.**

Since routing determines a route from exactly one origin to one destination, we use the number of service slots as a discriminator for composition templates. We start with a template describing a route via a hub, and then enhance the number of service slots.

Let  $TH$  be a hub-and-spoke composition template  $TH = (n_{origin}, n_{dest}, s1, s2)$  connecting  $n_{origin} \in N$  and  $n_{dest} \in N$  by two subsequent services  $s1, s2 \in S$  over a hub  $h \in N$ .

Let  $TC$  be a connected hubs composition template  $TC = (n_{origin}, n_{dest}, s1, s2, s3)$  connecting  $n_{origin} \in N$  and  $n_{dest} \in N$  by three subsequent services  $s1, s2, s3 \in S$  over two connected hubs  $h_1, h_2 \in N$ .

These two templates do not cover the full spectrum of possible routes. To further increase the coverage, we study general control

structures that can be observed in workflows. *van der Aalst et al.* [1] has exemplified these structures into workflow patterns. Table 3 shows the mapping of relevant patterns to transport services: sequence (#1), multi-merge (#8), and loop (#10). All other workflow patterns are not relevant for *ITS*. For instance, exclusive choice (#4) and simple merge (#5) would make a route non-deterministic.

**Table 3. Workflow patterns for transport services**

Pattern	Control Flow	Adoption
Sequence (#1)		Freight transport, no split/merge or iteration.
Multi-Merge (#8)		Split of freight at origin into two or more parallel transports followed by merge at destination.
Arbitrary Cycles (Loop, #10)		Iterative transport, if maximum load per service execution lower than load of freight.

We add templates for multi-merge and loop:

Let  $TM$  be a multi-merge composition template  $TM=(n_{origin}, n_{dest}, SP)$  connecting  $n_{origin} \in N$  and  $n_{dest} \in N$  by parallel services  $SP \subseteq S$ , with  $SP=\{sp_1, \dots, sp_p\}$  and  $p=|SP| \geq 2$ .

Let  $TL$  be a loop composition template  $TL=(n_{origin}, n_{dest}, sk)$  connecting  $n_{origin} \in N$  and  $n_{dest} \in N$  by  $j$  iterations of  $sk \in S$ , with  $j \geq 2$ .

#### 4.4.2 Integrity of Service Compositions

Instantiating a template, thus replacing service slots with actual services, has to guarantee integrity. In transport systems, integrity concerns physical, geographic and time-related conditions of transport units. At least, a timely delivery must be assured. For automating service composition, a formal specification of integrity is needed. This can be achieved by reasoning over semantic service descriptions. We employ the construct of Semantic Links [12] and define integrity constraints for each template.

##### 4.4.2.1 Integrity of Hub Template

The most basic requirement is that two services can be executed in sequence. This structure is found in the hub template as well as in  $TC$  and  $TL$ . Semantic Link describes the relationship between output of service  $s1$  and input of  $s2$  by function  $Sim_T$ :

$$\langle s1, Sim_T(O_{s1}, I_{s2}), s2 \rangle$$

$Sim_T$  distinguishes five matching types [12]:

- **Exact**: output and input are equivalent, i.e.,  $T=O_{s1} \sqsubseteq I_{s2}$ ; here: arriving transport unit is equivalent to expected transport unit, thus transport services can be linked.
- **PlugIn**: output is sub-concept of input, i.e.,  $T=O_{s1} \sqsubseteq I_{s2}$ ; here: arriving transport unit is specialization of expected transport unit, thus transport services can be linked.
- **Subsume** (output is super-concept of input), **Intersection** (intersection of output and input is not empty), and **Disjoint** (output and input are disjunctive) describe cases where transport services can not be linked.

A sequence of transport services is only possible, if their IO matching type is Exact or PlugIn. Additionally, preconditions and effects must be considered. Effect of  $s1$  must fulfill precondition of  $s2$ . Concretely,  $s1$  must move the transport unit to a destination, which is origin of  $s2$  (Exact or PlugIn), i.e.,  $dest_{s1} \sqsubseteq origin_{s2}$ .

##### 4.4.2.2 Integrity of Connected Hub Template

The  $TC$  template requires that its three services  $s1, s2, s3$  can be executed in sequence. Considering the transport unit and location unit, we add constraints over IO and PE as shown in Table 4.

**Table 4. Constraints for connected hub template**

Description	Constraint
IO	$((O_{s1} \sqsubseteq I_{s2}) \sqcup (O_{s1} \sqsubseteq I_{s2})) \wedge ((O_{s2} \sqsubseteq I_{s3}) \sqcup (O_{s2} \sqsubseteq I_{s3}))$
PE	$(dest_{s1} \sqsubseteq origin_{s2}) \wedge (dest_{s2} \sqsubseteq origin_{s3})$

##### 4.4.2.3 Integrity of Multi-Merge Template

A split may occur in two cases. First, due to load, which exceeds the capacity of a service; in this case, the transport unit of all parallel services is equal. Second, due to lack of a service, which can handle the transport unit solely, thus the freight must be split into other transport units (e.g., container split into several pallets). Since the reason of split is not stated in the template, it does not provide constraints over IO.

Each service requires that the transport unit is located at the same origin; similarly, each service delivers its transport unit to the same destination. These constraints are given in Table 5.

**Table 5. Constraints for multi-merge template**

Description	Constraint
IO	<i>None</i>
PE	$origin_{sp1} \sqsubseteq \dots \sqsubseteq origin_{spp}$ $dest_{sp1} \sqsubseteq \dots \sqsubseteq dest_{spp}$

##### 4.4.2.4 Integrity of Loop Template

This template is used if the load exceeds the capacity of a service and thus requires that the same service is executed two or more times. The only dependency between iterations is time-related; there are no constraints over IO and PE.

## 4.5 Composition Algorithm

We propose an algorithm for template-based service composition. The search space is reduced by (1) domain-specific templates and (2) integrity constraints representing intermodal barriers between relations. First, we determine candidate services for each service slot, built pairs of these candidates, then try to fill slots by a multi-merge or loop structure, if such a structure results in additional valid pairs. The algorithm's input is a request for route as follows.

**(Definition 6) Routing request** is defined as  $req=(n_{origin}, n_{dest}, tu_{in}, tu_{out}, tem, RQ)$  for transport of  $tu_{in} \in TU$  from  $n_{origin} \in N$  to  $n_{dest} \in N$ , delivering  $tu_{out} \in TU$  by adhering to transport template  $tem$  with  $tem \in \{TH, CTC\}$ , and fulfilling QoS parameters  $RQ$  with  $RQ=(RQ_{et}, RQ_{co}, RQ_{ip}, RQ_{av}, RQ_{re})$  (as of Table 2).

#### 4.5.1 Determine Service Candidates

Algorithm 1 collects valid candidates for slot  $s1$  and  $s2$ , and returns them in sets  $SV1$  and  $SV2$ . For this purpose, all services (line 2) are checked for fulfilling the constraints over IO and PE as well as execution time  $RQ_{et}$  and reliability  $RQ_{re}$  (line 3/4). It also determines candidates that meet the request, except for throughput; we collect them in sets  $SP1$  and  $SP2$  (line 6/11) as potential candidates to be used within a multi-merge or loop.

Determining candidates for slot  $s1$  has to check origin, transport unit, and QoS parameters. The latter are quantitative parameters. The two former are instances of the underlying domain ontology, thus we can make use of the subsumption relationship. For example, let  $tu_{in}$  be a 20-feet container and the service's  $tu$  an ISO container, then the service fits into the slot, because ISO container is super-concept of 20-feet container ( $tu_{in} \sqsubseteq tu$ ).

##### Algorithm 1. Service Candidates for Slots $s1$ and $s2$

```

1:  $SV1 := \emptyset$ ;  $SP1 := \emptyset$ ;  $SV2 := \emptyset$ ;  $SP2 := \emptyset$ 
2: for all  $s \in S$ 
3:   if ( $n_{origin} \sqsubseteq w_{origin\_s}$  and  $tu_{in} \sqsubseteq tu\_s$  and  $RQ_{av} \sqsubseteq Q_{av\_s}$  and
4:      $RQ_{et} \geq Q_{et\_s}$  and  $RQ_{re} \leq Q_{re\_s}$ ) then
5:     if  $RQ_{tp} \leq Q_{tp\_s}$  then  $SV1 := SV1 \cup s$ 
6:     else  $SP1 := SP1 \cup s$ ; end if
7:   end if
8:   if ( $n_{dest} \sqsubseteq w_{dest\_s}$  and  $tu_{out} \sqsubseteq tu\_s$  and  $RQ_{av} \sqsubseteq Q_{av\_s}$  and
9:      $RQ_{et} \geq Q_{et\_s}$  and  $RQ_{re} \leq Q_{re\_s}$ ) then
10:    if  $RQ_{tp} \leq Q_{tp\_s}$  then  $SV2 := SV2 \cup s$ 
11:    else  $SP2 := SP2 \cup s$ ; end if
12:  end if
13: end for

```

#### 4.5.2 Built Valid Pairs of $s1$ and $s2$

Algorithm 2 builds valid pairs of all service candidates, which fit into slot  $s1$  and  $s2$ . A pair  $(s1, s2)$  with  $s1 \in SV1$  and  $s2 \in SV2$  is valid, if both their IO and PE matching type are Exact or PlugIn (see section 4.4.2.1).

##### Algorithm 2. Valid Pairs of $s1$ and $s2$

```

1:  $WF := \emptyset$ 
2: for all  $s1 \in SV1$  do
3:   for all  $s2 \in SV2$  do
4:     if  $dest\_s1 \sqsubseteq origin\_s2$  then
5:        $time := Q_{et\_s1} + d_{m\_s1, m\_s2}(w_{dest\_s1}) + Q_{et\_s2}$ 
6:        $reliability := Q_{re\_s1} \cdot Q_{re\_s2}$ 
7:       if ( $time \leq RQ_{et}$  and  $reliability \geq RQ_{re}$ ) then
8:          $wf := (s1, s2)$ 
9:          $type\_wf := sequence$ 
10:         $Q_{co\_wf} := Q_{co\_s1} + c_{m\_s1, m\_s2}(w_{dest\_s1}) + Q_{co\_s2}$ 
11:         $Q_{et\_wf} := time$ 
12:         $Q_{tp\_wf} := \min(Q_{tp\_s1}, Q_{tp\_s2})$ 
13:         $Q_{re\_wf} := reliability$ 
14:         $WF := WF \cup wf$ 
15:      end if
16:    end if
17:  end for
18: end for

```

IO was already checked in the preceding step. PE relates to matching of  $s1$ 's destination and  $s2$ 's source (line 4). Each valid pair is regarded as workflow  $wf := (s1, s2)$  (line 8) and stored in the return set of workflows  $WF$  (line 14). QoS of  $s1$  and  $s2$  are

aggregated as follows: adding execution time including transshipment delay (line 5), multiplying reliability (line 6), adding costs including transshipment costs (line 10), and selecting the minimum of throughput (line 12).

#### 4.5.3 Check Multi-Merge

Potential candidates for multi-merge were already collected in  $SP1$  (respectively  $SP2$ ). If two or more candidates with the same origin and destination (Algorithm 3, line 2/3) exist, the following heuristic is applied: a multi-merge contains at least 2 and at most 3 services (line 4). Whereas this prevents optimality it reduces the complexity (otherwise power set of  $SP1$  per OD-pair). The rationale is to reflect practice, which is often reluctant to splitting freight extensively and re-joining it at an intermodal node.

If the multi-merge meets or exceeds the required throughput (line 8), we add a parallel workflow to  $WF1$  (line 13), with respectively aggregated QoS (line 11/12). The algorithm for  $s2$  is very similar, by adding workflows to  $WF2$  (omitted due to page limitation).

##### Algorithm 3. Check Multi-Merge for $s1$

```

1:  $WF1 := \emptyset$ 
2: store OD-pairs of  $SP1$  in  $OD1$ 
3: if  $OD1 \neq \emptyset$  then
4:    $D := \mathcal{P}(OD1)$ , with  $\mathcal{P}(OD1) = \{U \subseteq X : 2 \leq |U| \leq 3\}$ 
5:   //  $D$  is the power set of cardinality of 2 and 3
6:   for all  $d \in D$ 
7:      $tp := \sum_{n=1}^{|d|} Q_{tp\_d}$ 
8:     if  $RQ_{tp} \leq tp$  then
9:        $wf := d$ 
10:       $type\_wf := merge$ 
11:       $Q_{co\_wf} := \sum_{n=1}^{|d|} Q_{co\_d}$  ;  $Q_{et\_wf} := \max(Q_{et\_d})$ 
12:       $Q_{tp\_wf} := tp$  ;  $Q_{re\_wf} := \min(Q_{re\_d})$ 
13:       $WF1 := WF1 \cup wf$ 
14:    end if
15:  end for
16: end if

```

#### 4.5.4 Check Loop

A loop pattern distributes load on iterations of the same service. These services are rather fast, while delivering a rather small amount of freight (throughput); hence we look for services with execution time half or less than required, and throughput two times or more higher than required (Algorithm 4, line 3).

##### Algorithm 4. Check Loop for $s1$

```

1:  $SL := \emptyset$ 
2: for all  $sp1 \in SP1$ 
3:   if ( $RQ_{et} \geq 2 \cdot Q_{et\_sp1}$  and  $RQ_{tp} \geq 2 \cdot Q_{tp\_sp1}$ ) then
4:      $SL := SL \cup s$ 
5:   end for
6: for all  $sl \in SL$ 
7:    $k := RQ_{tp} \text{ DIV } Q_{tp\_sl}$ 
8:   if ( $RQ_{tp} \text{ MOD } Q_{tp\_sl} > 0$ ) then  $k := k + 1$ 
9:   if  $RQ_{et} \geq (k \cdot Q_{et\_sl})$  then
10:     $wf := (sl_{i1}, \dots, sl_{i2}, \dots, sl_{ik})$ 
11:     $type\_wf := loop$ 
12:     $Q_{co\_wf} := k \cdot Q_{co\_sl}$  ;  $Q_{et\_wf} := k \cdot Q_{et\_sl}$ 
13:     $Q_{tp\_wf} := k \cdot Q_{tp\_sl}$  ;  $Q_{re\_wf} := Q_{re\_sl}$ 

```

```

14:  $WF1 := WF1 \cup wf$ 
15: end if
16: end for

```

If a loop candidate is found (line 3), we determine the number of iterations  $k$  to meet the required load (line 7/8) and add a loop workflow to  $WF1$  (line 16). The QoS aggregation formulae are specific to loop (line 12/13). The algorithm for  $s2$  is similar, but skipped because of limited space.

#### 4.5.5 Creating and Ranking Service Compositions

The next step is creating service compositions  $WFC$  by referring to sets  $WF$ ,  $WF1$ , and  $WF2$ . We try to add three categories of workflows by:

- Replacing  $s1$  in  $WF$  by  $WF1$  (Algorithm 5). It causes delays (line 5) and costs (line 8) at the transfer node.
- Replacing  $s2$  in  $WF$  by  $WF2$ . It causes also delays and costs for transshipment. In case of loop, these are added  $k$ -times.
- Pairing  $WF1$  and  $WF2$ . Algorithm 6 determines delays and costs depending on workflow type of  $WF2$  (line 6 and 9).

**Algorithm 5.** Replace  $s1$  by  $WF1$

```

1: if  $WF1 \neq \emptyset$  then
2:   for all  $wf \in WF$ 
3:     for all  $wf1 \in WF1$ 
4:        $wfc := (wf1, wf2); \text{ type\_wfc} := \text{sequence}$ 
5:        $Q_{et\_wfc} := Q_{et\_wf1} + d_{m\_wf1, m\_s2}(w_{dest\_wf1}) + Q_{et\_wf\_s2}$ 
6:        $Q_{re\_wfc} := Q_{re\_wf1} \cdot Q_{re\_wf\_s2}$ 
7:       if  $(Q_{et\_wfc} \leq RQ_{et} \text{ and } Q_{re\_wfc} \geq RQ_{re})$  then
8:          $Q_{co\_wfc} := Q_{co\_wf1} + c_{m\_wf1, m\_s2}(w_{dest\_wf1}) + Q_{co\_wf\_s2}$ 
9:          $Q_{tp\_wfc} := \min(Q_{tp\_wf1}, Q_{tp\_wf\_s2})$ 
10:         $WFC := WFC \cup wfc$ 
11:       end if
12:     end for
13:   end for
14: end if

```

**Algorithm 6.** Pair  $WF1$  and  $WF2$

```

1: if  $(WF1 \neq \emptyset \text{ and } WF2 \neq \emptyset)$  then
2:   for all  $wf1 \in WF1$ 
3:     for all  $wf2 \in WF2$ 
4:       if  $dest\_wf1 \sqsubseteq origin\_wf2$  then
5:          $wfc := (wf1, wf2); \text{ type\_wfc} := \text{sequence}$ 
6:         if  $type\_wf2 = \text{merge}$  then
7:            $Q_{et\_wfc} := Q_{et\_wf1} + d_{m\_wf1, m\_wf2}(w_{dest\_wf1}) + Q_{et\_wf2}$ 
8:            $Q_{co\_wfc} := Q_{co\_wf1} + c_{m\_wf1, m\_wf2}(w_{dest\_wf1}) + Q_{co\_wf2}$ 
9:         elseif  $type\_wf2 = \text{loop}$  then
10:           $Q_{et\_wfc} := Q_{et\_wf1} + k \cdot wf2 \cdot d_{m\_wf1, m\_wf2}(w_{dest\_wf1})$ 
11:           $+ Q_{et\_wf2}$ 
12:           $Q_{co\_wfc} := Q_{co\_wf1} + k \cdot wf2 \cdot c_{m\_wf1, m\_wf2}(w_{dest\_wf1})$ 
13:           $+ Q_{co\_wf2}$ 
14:        end if
15:       end if
16:        $Q_{re\_wfc} := Q_{re\_wf1} \cdot Q_{re\_wf2}$ 
17:       if  $(Q_{et\_wfc} \leq RQ_{et} \text{ and } Q_{re\_wfc} \geq RQ_{re})$  then
18:          $Q_{tp\_wfc} := Q_{tp\_wf1} + Q_{tp\_wf2}$ 
19:          $WFC := WFC \cup wfc$ 
20:       end if
21:     end for
22:   end for
23: end if

```

The final step is ranking the compositions in  $WF \cup WFC$  by costs. The algorithm determines all valid compositions, except for the heuristic contained in Algorithm 3.

#### 4.5.6 Modifications for Connected Hub Template

The current algorithm needs to be modified for the connected hub template as follows: (1) determine candidates for three slots, i.e., pre-carriage as  $s1$ , main carriage as  $s2$ , and on-carriage as  $s3$ , (2) pairing of  $S2$  and  $S3$ , (3) check multi-merge and loop also for  $s3$ , and (4) create compositions based on  $WF$ ,  $WF1$ ,  $WF2$ , and  $WF3$ .

## 5. EVALUATION

This section provides an evaluation of our proposal by conducting simulation experiments, reporting its results and discussing the findings as well as the implications and limitations.

### 5.1 Experimental Setup

The main objective of the simulation experiment is to study the algorithms performance. A second objective is to instantiate the modeling approach with realistic data.

**Transport system and services:** We consider an ITS across Germany, which is segmented into three regions. Each region contains locations, being connected by relations. Freight must be routed from origins in region #1 to destinations in region #3 via a hub in region #2 (hub template). LSPs offer transport services for these relations. We reuse the United Nations Code for Trade and Transport Locations (UN/LOCODE) [20], which classifies each location by general modes, for setting up a realistic ITS. We add delays and costs for modal changes to each location. We define a light-weight ontology for transport units  $TU$  comprising seven concepts for containers and three concepts for palettes, allowing to transport palettes by (a subset of) containers. Table 6 gives the figures for ITS and TSF.

**Table 6.** Basic experimental design of ITS and TSF

Component	Instantiation
$ N $	150, snapshot from UN/LOCODE
$ R $	25,320
$C, D$	[10;20], uniform distribution
$S$	For all $s \in S:  MA(s)  = 1$
$Q_{et}, Q_{co}, Q_{tp}$	[50;150], uniform distribution
$Q_{av}$	Lower and upper bound of a discretized time period of interest; uniform distribution of bounds
$Q_{re}$	[0.9;1], uniform distribution

**Routing requests:** We consider three different types of requests. Type A with high reliability  $Q_{re}$ , which can most probably be met by merges; Type B with high throughput  $Q_{tp}$  placing emphasis on merges; and Type C with short execution time  $Q_{et}$  (Table 7).

**Table 7.** Types of freight routing requests

Component	Type A	Type B	Type C
$n_{origin}$	Uniformly distributed within region #1		
$n_{dest}$	Uniformly distributed within region #3		
$RQ_{et}$	400	250	<b>150</b>
$RQ_{tp}$	80	<b>300</b>	80
$RQ_{av}$	20	20	20
$RQ_{re}$	<b>0.98</b>	0.95	0.95

**Variations:** The set of experiments covers two variations. The number of services per relation is  $sr$  with  $sr=5,10,15,20,25$ . The number of considered nodes is  $|N'|$  with  $N' \subseteq N$  and  $|N'|=30,60,90,120,150$ . The number of services connecting region #1 and #2 is then given by  $sr \cdot (|N'|/3) \cdot (|N'|/3)$  (same as for region #2 and #3).

**Prototype system:** We implemented a prototype system using Visual Basic for Applications 2003; it stores all data about *ITS*, *TSF*, and workflows in a SQL database (further specification: Intel Centrino Core Duo T2500 CPU, 2 GB RAM, Windows XP Professional). We avoided the potential bottleneck of a OWL reasoner for the domain ontology by re-implementing the light-weight reasoning directly within the database-oriented system. The reason is to concentrate on the core algorithm and to avoid limitations of current SOC software packages.

## 5.2 Results

Each experiment consists of 100 requests per request type. As a performance metric we use the CPU time per request in seconds. We also measure the returned workflows by calculating mean, min, max, and standard deviation for the following sets: *WF*, multi-merges in *WF1*, loops in *WF1*, multi-merges in *WF2*, loops in *WF2*, and *WFC* (returned by algorithm 1 to 6).

**Varying services per relation:** Table 8 and Figure 2 show the CPU time per request for a 30 nodes *ITS*. The total number of services increases from 1,000 ( $sr=5$ ) to 5,000 ( $sr=25$ ). The results indicate a dependency on the request type: type A requires almost linear computational time, whereas B and C suggest an exponential complexity.

Table 8: CPU time (sec) with varying services per relation

$ S $ per $r$	5	10	15	20	25
Type A	0.09	0.15	0.22	0.31	0.53
Type B	0.18	0.52	1.51	4.29	10.48
Type C	0.12	0.38	1.01	2.52	4.98

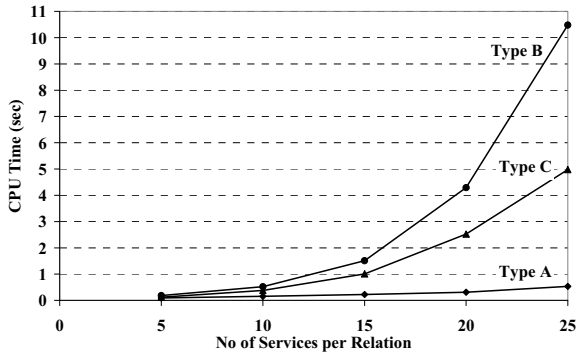


Figure 2. Performance with varying services per relation.

Table 9 gives the numbers of resulting workflows (mean) for  $sr=10$  and  $sr=25$ . Multi-merges are listed as MM.

**Varying number of nodes:** Table 10 and Figure 3 show the CPU time per request for  $sr=15$ . Because of the interwoven *ITS* (i.e., every node in region #2 has 10 to 50 successors respectively predecessors), the number of services increases very much. For  $|N'|=150$  it amounts to  $2 \cdot 15 \cdot 150/3 \cdot 150/3 = 75,000$  services.

Table 9. Workflows (mean) for 10 and 25 services per relation

No	Type	WF	MM WF1	MM WF2	Loop WF1	Loop WF2	Pair WF1/2
10	A	1.42	0.22	0.14	0.18	0.24	0.00
	B	0.00	9.86	9.32	0.00	0.00	0.20
	C	9.51	1.48	1.69	0.02	0.06	0.00
25	A	9.26	1.31	2.46	4.55	12.79	0.00
	B	0.00	175.86	136.98	0.00	0.00	209.70
	C	57.68	6.74	10.92	11.59	10.94	0.00

Table 10. CPU time (sec) with varying number of nodes

$ N' $	30	60	90	120	150
Type A	0.22	0.70	1.50	2.60	3.91
Type B	1.51	3.29	5.01	7.63	10.76
Type C	1.01	3.02	7.03	12.32	19.57

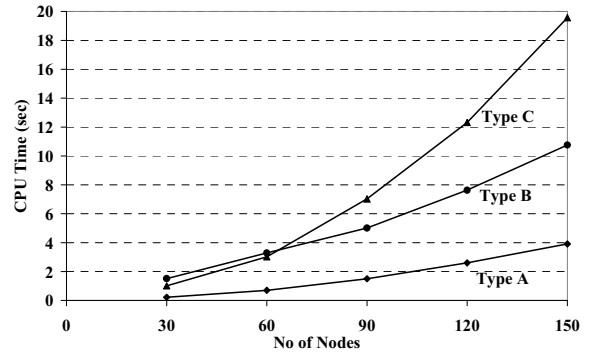


Figure 3. Performance with varying number of nodes.

## 5.3 Discussion

### 5.3.1 Simulation Experiments

The proposed algorithm determines freight routes effectively. Its complexity depends to a high extend on the routing request as well as number of nodes and services. Even the largest setup of 150 nodes and 75,000 services requires less than 20 seconds of CPU time.

As Table 9 shows, the resulting workflows differ a lot: A returns *WF*, multi-merges and loops, and C yields *WF* and multi-merges. B can not be fulfilled by *WF*, but results in a non-linear increase of merges, loops, and in particular combinations of such slots, thus pairs of *WF1* and *WF2*. The workflow sets grow due to the algorithm's rationale to generate *all* valid routes (except for the heuristic for multi-merges contained in Algorithm 3). This approach allows selecting from these routes and considering trade-offs, e.g., between cost  $Q_{co}$ , time  $Q_{et}$ , and reliability  $Q_{re}$ .

The evaluation by simulation does not determine complexity formally, but gives indications of complexity. For instance, an analysis of Table 10 allows the following estimation of exponents, if we limit these to only one variable: 1.7 for A, 1.1 for B, and 1.8 for C. These results suggest that the number of nodes  $|N'|$  has a smaller influence on computational time than services per relation  $rs$ . It should be noted, though, that the algorithm's performance is influenced by, e.g., number of modes, and size and richness of domain ontology, which are not tested in this paper.

An easy way to improving scalability is adding a cost restriction  $RQ_{co}$  to the routing request and amending algorithm 1 to 6. Though this measure would only exclude expensive service compositions, whereas fail if the restriction is too weak. A more promising modification would be to set a maximum for the number of workflows in  $WF1$  and  $WF2$ , which reduces the number of subsequent combinations to be tested.

### 5.3.2 Modeling Approach

The service-oriented modeling approach adopts and interprets the IOPE and QoS models, which both were not developed for electronic representations of logistics services. The question is to which extent this approach is capable to representing barriers of intermodality. We answer this question by comparing our proposal to existing research (as reviewed in section 2.1). We refer to seven criteria related to intermodality as shown in Table 11. Our approach fulfills five out seven criteria.

A unique characteristic is the consideration of an arbitrary number of interrelated transport unit types; this criterion is covered due to a semantic service description and IO constraints, which relate service properties to a domain ontology including transport units. The templates used for composing services limits, however, the number of relations to 3. Another important difference is the consideration of competitive offerings by LSP. In particular, we allow parallel and iterative splits of freight. All other approaches determine routes directly from relations, whereas the selection of a concrete LSP per relation is delegated to a subsequent decision.

Table 11: Comparison of freight routing approaches

Criteria	Freight routing approach					Proposal
	[15]	[3]	[4]	[7]	[26]	
No of transport unit types	1	1	1	1	1	Any
No of modes	3	Any	3	Any	Any	Any
No of relations per route	5	Any	5	Any	Any	3
Competition between LSPs	No	No	No	No	No	Yes
Transshipment delays	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Transshipment costs	No	Yes	Yes	No	No	Yes
Time windows for modes	No	No	No	Yes	No	No

### 5.3.3 Implications

**Usage scenario:** This research contributes to flexibility of intermodal transport systems by making service offerings at local nodes visible and accessible to other parties. The usage scenario concerns a multi-tier supply chain of (1) customers/shippers, (2) third-party logistics service providers (3PL) offering intermodal transport, and (3) second-party logistics service providers (2PL) offering transport on a subset of relations, most often confined to one mode of transport (e.g., road transport by trucking companies, air transport by air cargo shippers, etc.).

The adoption of loosely coupled services pays respect to fragmentation of intermodal transport systems, thus there exist actually single- or dual-mode subsystems governed by local actors [8][26]. Due to division of labor, LSP that offer intermodal end-to-end transports rely essentially on local actors and outsource sub-transports to them [15].

Two use cases can be distinguished: First, a shipper searches for an intermodal transport by retrieving service offerings from both 2PL and 3PL. Second, a 3PL coordinates intermodal transports in an *open* transport system. Openness describes that the number of 2PL is more flexible than those in transport systems tailored for a specific type of freight, in particular those that exist for courier, express, and parcel (CEP) services (such as FedEx, UPS). In both cases, service offerings need to be made available in some form of an electronic marketplace. This requirement is addressed by service description and registration as follows.

**Service description:** Service offerings need to be described formally and annotated according to a shared domain ontology. Since these specifications are nowadays not used, our research suggests converting current data of transport management systems (TMS) into the IOPE-based service model. The experience made during conducting the simulation experiments is that the proposed models can be instantiated effectively by referring to logistics data such as locations, costs, delays, and that a light-weight domain ontology can be derived rather quickly.

**Service registration:** An implementation must acknowledge that LSPs are not willing to disclosure all service parameters, in particular tariff schemes. Today's TMS often contain only standard schemes or no price information at all; the returned route is then used for submitting a request for quotation (RFQ) to the selected LSP. Our proposal fits into this picture, i.e., by replacing concrete cost  $Q_{co}$  by defaults. The service model as well as the composition algorithm do not include a dedicated pricing model, because this is still subject to the TMS. Therefore, service compositions returned by freight routing represent only a stage of an overarching business process.

**Information Systems Research:** From the academic perspective, a direct implication of our research is that SOC's concepts and formal models of service composition can effectively be used for intermodal freight routing, thus solving a coordination problem in logistics. This usage was possible by interpreting software-based services as services in economics (here: limited to transport operations), unlike the conventional interpretation as elements of a software architecture. Beyond the particular problem of intermodal freight routing, this research is part of general studies of coordinating activities in logistics based on loosely coupled software services and the SOC technology stack. The initial results suggest that this modeling approach provides both the required expressivity to covering domain constraints and mechanisms for matchmaking of logistics demand and supply.

### 5.3.4 Limitations

This research has some limitations. The current prototype is not yet a "true" SOC prototype, which would contain service descriptions in OWL-S, workflow specifications in WS-BPEL, and its domain ontology in OWL. The reason is that it should first validate the overall modeling approach and the composition algorithm. We plan to extend the prototype system to process and generate semantic services descriptions in OWL-S. In addition, more comprehensive experiments are needed, with regard to complexity analysis as well as practical adoption by integrating real-world data from TMS. This work takes place in collaboration with two logistics software companies, which will provide real-world data for enhancing the simulation experiments and end-users for a realistic evaluation.

The current research does not provide a logistics ontology yet. Future work is required to enriching the semantic foundation of *T* and providing the necessary reasoning over semantic service descriptions as defined in semantic links.

## 6. CONCLUSION

This paper proposed a SOC perspective to solving an operational problem in intermodal transport logistics and developed a service composition algorithm. The contribution is service-oriented freight routing that which takes into account barriers between relations. Experimental runs show evidence of the validity and usefulness of our approach.

## 7. ACKNOWLEDGMENTS

The work presented in this paper was partly funded by the German Federal Ministry of Education and Research under the project InterLogGrid (BMBF 01IG09010E).

## 8. REFERENCES

- [1] van der Aalst, W.M.P., ter Hofstede, A.H.M., Kiepuszewski, B., and Barros, A.P. 2003. Workflow patterns. *Distrib. Parallel Dat.* 14, 3 (Jul. 2003), 5-51.
- [2] Blau, B., van Dinther, C., Conte, T., Xu, Y., and Weinhardt, C. 2009. How to coordinate value generation in service networks – a mechanism design approach. *Bus. Inform. Syst. Eng.* 1, 5 (Oct. 2009), 343-356.
- [3] Boardman, B.S., Malstrom, E.M., Butler, D.P., and Cole, M.H. 1997. Computer assisted routing of intermodal shipments. *Comput. Ind. Eng.* 33, 1-2, 311-314.
- [4] Bookbinder, J.H. and Fox, N.S. 1998. Intermodal routing of Canada-Mexico shipments under NAFTA. *Transp. Res. E-Log.* 34, 4, 289-303.
- [5] Caris, A., Macharib, C., and Janssens, G.K. 2008. Planning Problems in Intermodal Freight Transport: Accomplishments and Prospects. *Transp. Plan. Techn.* 31, 3 (Jun. 2008), 277-302.
- [6] Casati, F. and Shan, M.-C. 2001. Dynamic and adaptive composition of e-services. *Inform. Syst.* 26, 3 (May 2001), 143-163.
- [7] Chang, T.-S. 2008. Best routes selection in international intermodal networks. *Comput. Oper. Res.* 35, 9, 2877-2891.
- [8] European Commission. 2001. *European Transport Policy for 2010: time to decide*. White Paper, Luxembourg.
- [9] Giannopoulos, G.A. 2004. The application of information and communication technologies in transport. *Eur. J. Oper. Res.* 152, 302-320.
- [10] Iyer, B., Freedman, J., Gaynor, M., and Wyner, G. 2003. Web services: enabling dynamic business networks. *Commun. AIS.* 11, Article 30 (2003).
- [11] Kunkel, M.; Dopstadt, C. and Schwind, M. 2009. Open Service-Oriented Computing for Logistics: A Case in Courier, Express and Parcel Network. In *Service-Oriented Computing. ICSOC/ServiceWave 2009 Workshops*. LNCS 6275, 134-144.
- [12] Lécué, F. and Delteil, A. 2007. Making the difference in semantic web service composition. In *Proceedings of the Twenty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vancouver, Canada, Jul. 22 - 27, 2007). AAAI 2007, 1383-1388.
- [13] Milanovic, M. and Malek, M. 2004. Current solutions for Web service composition. *IEEE Internet Comput.* 8, 6, 51-59.
- [14] Min, H. 1991. International intermodal choices via chance-constrained goal programming. *Transp. Res. A-Pol.* 25, 6 (Nov. 1991), 351-362.
- [15] Panayides, P.M. 2002. Economic organization of intermodal transport. *Transp. Rev.* 22, 4 (Oct. 2002), 401-414.
- [16] Papazoglou, M.P., Traverso, P., Dustdar, S., and Leymann, F. 2007. Service-Oriented Computing: State of the Art and Research Challenges. *IEEE Comput.* 40, 11 (Nov. 2007), 38-45.
- [17] O'Sullivan, J., Edmond, D., and ter Hofstede, A.H.M. 2002. What's in a Service? *Distr. Parallel Dat.* 12, 2-3 (Sep. 2002), 117-133.
- [18] Röglinger, M. 2009. Verification of Web Service Compositions: An Operationalization of Correctness and a Requirements Framework for Service-oriented Modeling Techniques. *Bus. Inform. Syst. Eng.* 1, 6 (Dec. 2009), 429-437.
- [19] ten Teije, A., van Harmelen, F., and Wielinga, B. 2004. Configuration of Web Services as Parametric Design. In *Proceedings of the 14th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management* (Whittlebury Hall, UK, Oct. 05 - 08, 2004). IKAW 2004, 321-336.
- [20] UNECE. 2010. *United Nations Code for Trade and Transport Locations*.  
URI=<http://www.unece.org/cefact/locode>.
- [21] W3C. 2004. *OWL-S: Semantic Markup for Web Services*.  
URI=<http://www.w3.org/Submission/OWL-S>.
- [22] Woxenius, J. 2007. A generic framework for transport network designs: applications and treatment in intermodal freight transport literature. *Transp. Rev.* 27, 6 (Nov. 2007), 733-749.
- [23] Xiang, Y., Zhang, S., Shen, Y., Shi, M. 2009. Pattern-Oriented Workflow Generation and Optimization. *J. Univers. Comput. Sci.* 15, 9, 1924-1944.
- [24] Zeng, L., Benatallah, B., Ngu, A.H.H., Dumas, M., Kalagnanam, J., and Chang, H. 2004. QoS-Aware Middleware for Web Services Composition. *IEEE T. Software Eng.* 30, 5 (May 2004), 311-327.
- [25] Ziliaskopoulos, A. and Wardell, W. 2000. An intermodal optimum path algorithm for multimodal networks with dynamic arc travel times and switching delays. *Europ. J. Oper. Res.* 125, 3 (Sep. 2000), 486-502.
- [26] Zografos, K.G. and Regan, A.C. 2004. Current Challenges for Intermodal Freight Transport and Logistics in Europe and the United States. *Transp. Res. Rec.* 1873, 70-78.



# A Functional Reference Model for Manufacturing Execution Systems in the Automotive Industry

Alexander Schmidt  
University of St. Gallen  
Müller-Friedberg-Str. 8  
9000 St. Gallen  
+41 71 224 37 84

alexander.schmidt@unisg.ch

Boris Otto  
University of St. Gallen  
Müller-Friedberg-Str. 8  
9000 St. Gallen  
+41 71 224 32 20

boris.otto@unisg.ch

Hubert Österle  
University of St. Gallen  
Müller-Friedberg-Str. 8  
9000 St. Gallen  
+41 71 224 24 20

hubert.oesterle@unisg.ch

## ABSTRACT

Being confronted with IT strategic questions of how to constantly reduce IT operating costs and at the same time live up to ever increasing manufacturing demands, automobile manufacturers are encountering problems to find appropriate IT support for production planning and execution. Moreover, they are facing the challenge to clearly define and demarcate Enterprise Resource Planning (ERP) and Manufacturing Execution Systems (MES) functionality. Despite the existence of a number of standardization efforts addressing MES functionality, automobile manufacturers are still struggling to reach a common understanding for the term MES and a clear functional design. The paper addresses this need by developing a functional reference model for MES in the automotive industry based on a multiple case study approach. The case studies examine the design and implementation of manufacturing-related functionality in four leading automotive manufacturing companies.

## Keywords

Manufacturing Execution System, Functional Reference Model, Automotive Industry

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Motivation and Problem Statement

Being confronted with IT strategic questions of how to constantly reduce IT operating costs and at the same time live up to ever increasing manufacturing demands (such as decreasing model life cycles or short-term change requests), automobile manufacturers are struggling to find appropriate IT support for production planning and execution [26, p. 21]. In addition, these companies need to replace proprietary systems that have reached their end-of-life and are not capable of fulfilling future manufacturing requirements.

Beyond these IT strategic challenges, one major difficulty results from different levels of detail and accuracy regarding production

status information needed on different company levels. The problem is even more challenging in industries which are characterized by numerous, strongly diverging manufacturing processes and highly versatile products. This is the case in the automotive industry, typically involving batch production in press plants, highly automated production lines for car body construction, and assembly with its typical requirements on load balancing and documentation. What such manufacturing companies need is an integrated, consistent view along their entire value chain, allowing for optimal utilization of capacities by having access to real-time information on manufacturing process, quality target achievement, rework costs etc. [17]. Enterprise Resource Planning (ERP) systems have proven to be not capable of meeting this requirement, as they provide only a coarse granular perspective on company-wide business processes [18, p. 24-3]. Therefore, a new category of information systems, called Manufacturing Execution Systems (MES), has emerged, promising consistent collection and processing of data on current machine and production statuses and related business process standardization. While parallel operation of ERP systems and MES seems reasonable, a major challenge today is a clear demarcation of the ERP and MES layer [24, p. 272]. Application systems on both layers partly provide support for similar functions (e.g. Quality Management, Gross Planning, Inventory Management) leading to a high degree of interconnection but also redundancy between the systems. On one hand, this leads to difficulties integrating these systems as well as to increased IT costs [1, p. 10]. On the other hand, it hinders the ambition of automobile manufacturers to standardize not only on the ERP, but also on the MES layer whilst at the same time preserve flexibility in manufacturing execution.

### 1.2 Research Question and Structure of the Paper

Although a number of cross-industry MES standards exists, automobile manufacturers are still struggling to answer the question which functionality should be covered by MES and which can be supported by e.g. ERP. This research question can be operationalized as follows:

- What is actually meant by the term “Manufacturing Execution Systems”? What functional scope should MES cover?
- How can different planning and controlling functions as well as processes be assigned to and covered by ERP systems and MES?

The paper at hand addresses these questions by developing a functional reference model for MES in the automotive industry based on a multiple case study approach. The case studies examine the specification and assignment of manufacturing-related functionality for four leading automobile manufacturers and derive best practices for the design of the reference model. Thereby, the reference model contributes to the goal of standardizing manufacturing-related application functions.

The remainder of the paper is structured as follows: Chapter 2 provides background information on the automotive industry as well as on MES and defines fundamental terms of this paper. Thereafter, in chapter 3 we present our research methodology including the Design Science Research (DSR) process that lead to the functional reference model. Chapter 4 presents the functional reference model for integrated manufacturing. The chapter is divided into two parts: While chapters 4.1 and 4.2 describe the reference model after the two iterations of the DSR process, how it was derived and applied within the case studies, chapter 4.3 discusses configuration parameters for future application. The case studies themselves are not elaborated in detail due to space limitations (see [29] for further information). The presented functional reference model is then subjected to evaluation in chapter 5 based on established criteria for reference model evaluation. Chapter 6 concludes the paper with a brief summary of the study findings and gives an outlook on future research challenges.

## 2. BACKGROUND

### 2.1 Requirements in the Automotive Industry

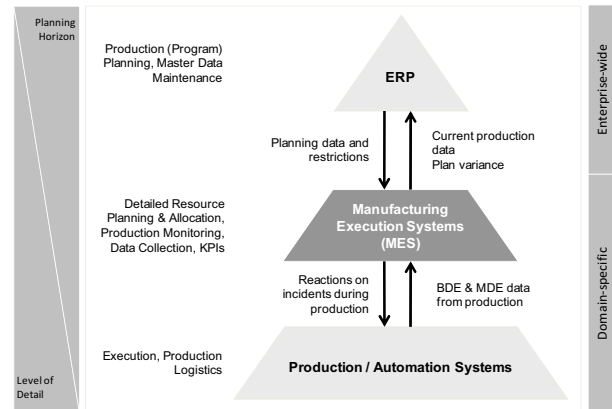
The study focuses on the automotive industry. Accordingly, the topic is investigated and analyzed against the background of characteristics specific to the automotive industry. Automobile manufacturing is characterized by short delivery times, decreasing model life cycles, versatile production (i.e. numerous product variants), and short-term change requests. For the manufacturers this means that they need up-to-date status information on the production process in order to be able to react at short notice.

As already suggested in the motivation section, the automotive industry is characterized by numerous, strongly diverging manufacturing processes: batch production in press plants, highly automated production lines for car body construction, and assembly with its typical requirements on load balancing and documentation. Particularly, adequate support of different production process types (batch production for simple components, flow production in assembly, and a mixture of both in the manufacturing of complex components, such as engines) constitutes a crucial challenge for automobile manufacturers. This heterogeneity of manufacturing processes is directly reflected on the application level leading to numerous isolated applications and, thus, to difficulties ensuring both horizontal integration along the production process and vertical integration across the different layers [25, 26].

With current proprietary systems for production planning and control reaching their end-of-life automobile manufacturers aim at replacing them. However, new applications have to fulfil two conflicting requirements: on the one hand, they need to live up to the aforementioned manufacturing requirements necessitating comprehensive and flexible IT support, on the other hand, they should provide maximum standardization in order to conform with the need of reducing IT operating costs.

### 2.2 Demarcation between MES and ERP

MES are a relatively new class of information systems designed particularly to support shop floor processes and their integration into the company's information system architecture [18, p. 24-3]. MES constitute the "interface" between the planning (ERP) layer and the production layer. They are an essential component for vertical integration, as illustrated in Figure 1.



**Figure 1: MES – Connecting ERP and the Shop Floor (based on [1, p. 11, 18, p. 24-6])**

In contrast to ERP systems, which generally provide a very broad functionality covering all business functions of an enterprise along its operational supply chain, MES aim at enabling companies to quickly respond to events occurring in the production process. MES take a microscopic, more granular view on production data (often restricted to a single plant or production area), compared to the macroscopic, holistic view of ERP systems, and therefore are intended to compensate one of the main shortcomings of ERP system production modules: the incapability of providing integration of real-time manufacturing data generated on the shop floor [24, p. 272, 35, p. 139]. This incapability basically results from an inadequacy of ERP production plans to respond to changing demands or deviations in the manufacturing process. Neither are these systems capable of handling the enormous amount of data coming from the shop floor, nor do they provide short response times and sufficient levels of detail [18, p. 24-3].

As MES in the past have not been subject of extensive scientific research (some exceptions being the recent works of Kletti [16], Sauer [25] and Schäfer et al. [27]), a well-established definition of the term has not been given so far. However, there are leading standardization organizations in the domain of manufacturing integration, most notably the Industry, Systems, and Automation Society (ISA) and the Manufacturing Execution Solutions Association (MESA), that have put some effort into finding a common definition and specifying generic MES functionality. So MES are defined as “systems that deliver information enabling the optimization of production activities from order launch to finished goods. Using current and accurate real-time data, MES guide, respond to, and report on plant activities as they occur. The resulting rapid response to changing conditions, coupled with a focus on reducing non-value added activities, drives effective plant operation and processes.” [20, p. 1]. This definition implies the following characteristics of MES:

- high level of detail (data acquisition from manufacturing processes),

- relatively short planning horizon (reactive planning),
- bi-directional communication to both ERP systems and shop floor systems (interfacing).

### 3. RESEARCH METHODOLOGY

#### 3.1 Reference Models

Reference Models are characterized by three attributes [11]: Universal applicability denotes the possibility to deploy a reference model in more than one specific organization. This, in turn, fosters reusability meaning that generic conceptual patterns can be used repeatedly by simply applying pre-defined adaptation mechanisms reducing the effort for redevelopment. Finally, reference models contain best practices providing recommendations for conducting business.

Reference models can be classified according to the target groups as well as the intended usage [31, p. 71]. Becker and Schütte suggest, amongst others, a classification [6, p. 77] based on the Architecture of Integrated Information Systems (ARIS) which distinguishes five different views (function view, organization view, data view, output view and control view) and three different levels (requirements definition, design specification and implementation description) for analyzing and designing information systems (cf. [28]). The reference model presented in this paper defines requirements derived from the manufacturing processes (requirements definition level) that are to be supported by application functions (functional view). Thus, the functional reference model provides an overview on and specifies application functions for manufacturing processes on a conceptual level abstracting from implementation details.

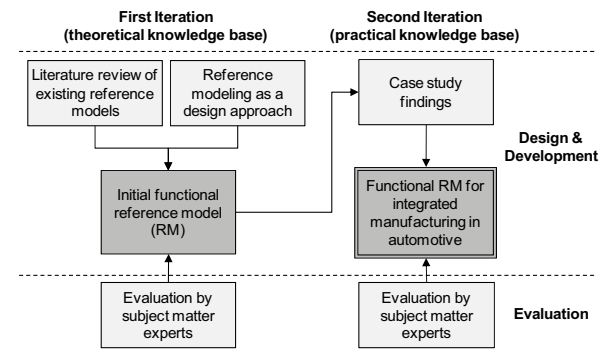
Basically, reference models can be derived either by generalizing findings from a number of investigated cases or by adapting an existing reference model to particular requirements [5, p. 49]. In this paper, we pursue a combined approach: The initial reference model consisted of a number of functional blocks that were derived from a qualitative literature review (cf. [19]) of MES related scientific publications and specifications of major MES standardization bodies. The MES standards provide a functional reference for application across companies and industries. It lacks, however, consideration of automotive-specific requirements and, consequently, prevents OEMs from applying these standards. Or as one of the Senior Managers for IT and processes in component manufacturing at Volkswagen (VW) put it: “When you study the specification of existing MES standards, you notice that they are deeply rooted in the chemical industry.” This lack motivates our research of defining a functional MES reference model specific to the needs of the automotive industry.

Based on the literature review as well as initial interviews with Solution Managers for Production IT and MES from HP and SAP, we derived our initial functional reference model for the automotive industry (see section 4.1). Furthermore, we designed a questionnaire that consisted of both open and closed questions and served as a guideline for the data collection workshops. While the main focus of the questionnaire was on analysis of the automotive manufacturers’ functional architecture by mapping the application’s functional structure of each Original Equipment Manufacturer (OEM) to the initial reference model, questions on four further MES-related subject areas were included, namely strategic MES goals, organizational embedding of MES within the company, application landscape and performance measuring.

With the goal of providing an intuitive graphical representation of the functional reference model – the so-called MES function map (see for example Figures 3 and 4) – we followed existing approaches that are used to create and visualize process maps (cf. [13]).

#### 3.2 Design Science Research Process

The research approach pursued for deriving the functional reference model for MES in the automotive industry follows the guidelines of DSR (cf. [14]). Consequently, the design process is based on the principles of the DSR Methodology [23, p. 54], postulating a sequential design process comprising multiple iterations of design and evaluation cycles. The design process of the functional reference model for integrated manufacturing in automotive with its two iterations is visualized in Figure 2. As described in the previous chapter, the functional reference model of this paper was developed in two iterations. In a first step, it was grounded in the current scientific and practical literature (including MES standards) representing the theoretical knowledge base. The second design cycle comprises the practical knowledge base as it incorporates the findings from the case studies.



**Figure 2: Design process of the functional reference model for integrated manufacturing**

Basically, case study research can pursue two different goals: firstly, case studies can examine, describe and explain phenomena in a given (business) context in an explorative manner, secondly, case studies allow to test and develop new theories [9, p. 533, 30, pp. 11-12]. As our study aims at the former, the case studies can be defined as explorative (cf. [32, 36]) describing and investigating a complex research area [21, p. 21] and trying to identify and explain interdependencies or cause effect relations [36, p. 15]. The study design is characterized by multi-case studies as a total of four different OEMs are examined with regard to the same topic, MES [36, pp. 38ff.]. This leads to increased generalizability of findings, compared to single case studies [7, p. 58].

The workshops were carried out as semi-structured on-site focus group interviews [8, pp. 153-159] with varying numbers of participants from both IT and manufacturing departments in order to gather the necessary information. Additionally, we analyzed documents provided by the workshop participants which complemented the information gathered during the interviews. The workshop participants are listed with their roles and affiliations in Table 1 (see following page).

**Table 1: Characterization of OEMs and workshop participants**

Name	Unit of analysis	Roles and affiliations of workshop participants	Number of participants	Workshop date and duration
Audi	Assembly and component manufacturing plants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Head of “Process and System Integration” (corporate IT)</li> <li>• Senior IT managers from Audi Hungaria Motor (plant IT)</li> </ul>	5	April 29, 2009 – one-day June 3, 2009 – half-day
BMW	Mainly component manufacturing plants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heads of Centers of Competence for MES / shop floor systems (corporate IT)</li> <li>• Plant managers</li> </ul>	9	May 19, 2009 – one-day
Daimler	Assembly and powertrain manufacturing plants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heads of Centers of Competence for MES (corporate IT)</li> <li>• Senior IT Managers for assembly / component manufacturing (corporate IT)</li> </ul>	4	June 5, 2009 – one-day
VW	Component manufacturing plants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senior Managers for IT and processes in component manufacturing (corporate IT)</li> </ul>	3	April 28, 2009 – half-day May 20, 2009 – one-day

The duration of the workshops varied among the OEMs (see Table 1). The researchers analyzed the data gathered during the interviews for each OEM before consolidating the results in a cross-company comparison. After each analysis run, the results were conjointly discussed with the workshop participants in order to guarantee correctness of the analysis.

Validity of the derived model as a reference was further enhanced by carrying out structured interviews with subject matter experts having substantial experience with MES projects in the automotive industry. Two interviews were conducted with the Director of Industry Solutions of SAP Deutschland AG and three interviews with a Solution Manager for Production IT and MES from HP.

### 3.3 Case Study Overview

The case studies involved the four automotive manufacturers Audi, BMW, Daimler and VW. The case study at Audi did not focus on a single plant, but instead covered both vehicle and component manufacturing at the manufacturing plants in Ingolstadt, Neckarsulm and Audi Hungaria Motors Kft. (AHM) in Győr, Hungary. Within the AudiGroup, AHM takes a unique role, as here both high-volume engine manufacturing and vehicle assembly represent core business processes. Partly, these diverging processes require specific IT solutions on the ERP layer as well as on the MES layer.

At BMW it was jointly agreed to do a comprehensive, cross-plant analysis in contrast to the original intension of focusing on one single plant only. This allowed us to obtain a more comprehensive view on the issue of MES within BMW and to identify and discuss differences between different plants of the company. Similarly, at Daimler we conducted a cross-division analysis with the goal of identifying standardization potentials and synergies between different plants and manufacturing process. The case study covers three different divisions of production within Daimler, namely manufacturing of complex components (engines, gears) for automobiles (so-called Powertrain), assembly of automobiles, and van production. The case study at VW focused on the component manufacturing plants of the company. Components in this case cover the whole spectrum and include simple components, such as pressed or foundry parts, as well as complex components, such as gears or engines.

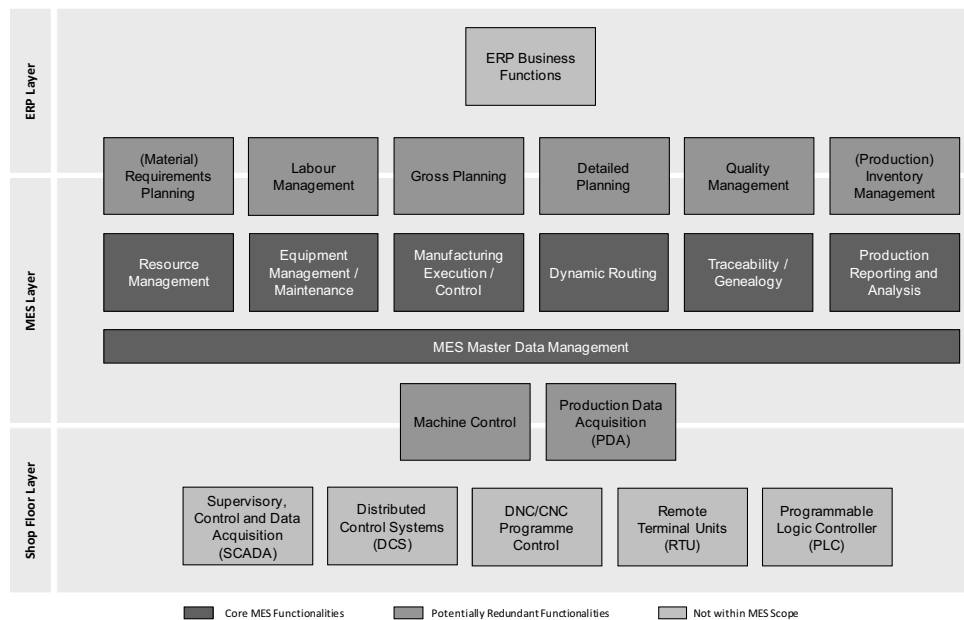
## 4. REFERENCE MODEL DESIGN

### 4.1 First Design Cycle

In a first step we carried out an in-depth review of established MES standards, such as ISA S95 [15] and MESA [20]. As MES standards specific to the automotive industry do not yet exist, we were obliged to draw on these cross-industry specifications accepting the trade-off that these standards try to cover the whole breadth of production requirements of the discrete as well as the process industry at the expense of considering industry specifics. Additionally, we analyzed MES related white papers of regional standardization bodies, namely the National Institute of Standards (NIST, [2]) in the USA as well as the directive 5600 of the VDI [33] and a guideline published by NAMUR [22] in Germany. Again, utilization of standards such as NAMUR that is tailored to the specific needs of the chemical industry results from the lack of MES standards for the automotive industry. Although requirements on MES functions differ significantly between different industries, we used the aforementioned specifications to document the whole spectrum of possible MES functions and establish a uniform terminological basis for our reference model.

From the specifications of the presented standardization organizations we derived a synthesis of relevant MES functions (see Table 2 on the following page). Within its S95 standard, ISA specifies four core functionality categories of MES (Production Management, Inventory Management, Quality Management and Maintenance Operations Management). Each of the four categories is further subdivided into eight function groups [15] and can serve as a basis to define the functional scope of the MES layer. However, the ISA standard focuses more on interfaces and the vertical integration between the ERP, MES and shop floor layer. As it does not provide concrete functional definitions, we do not include it in our synthesis of MES functions.

Considering its experience in MES as well as its cross-industry composition MESA represents the most comprehensive standard with a very detailed specification of twelve MES functions. The wide support that MESA has gained by both industrial enterprises and software vendors in the past, suggests good quality of the specification. The VDI guideline 5600, in turn, has experienced wide acceptance in Germany-based companies. Analysis of the guideline shows, that the specification of the eight MES functions varies significantly concerning its degree of detail. While



**Figure 3: Initial functional reference model (after first iteration)**

functions such as Detailed Planning and Resource Management are elaborated in great detail, Quality Management and Production Reporting and Analysis are specified rather superficially or incompletely (e.g. the backtracking of parts is only described on the level of lots but not for single parts which is insufficient for the requirements of the automotive industry).

**Table 2: MES functions specified by different standards**

	MESA [20]	NAMUR [22]	VDI [33]	NIST [2]
Labour Management	X		X	
Requirements Planning		X		
Gross Planning		X		
Detailed Planning	X	X	X	X
Quality Management	X	X	X	X
Prod. Inventory Management	X	X		X
Resource Management	X		X	X
Equipment Management	X		X	X
Manufacturing Control	X	X		
Traceability/ Genealogy	X			X
Production Reporting	X		X	X
Machine Control	X			
Production Data Acquisition	X		X	X
Master Data Management	X	X	X	X

With regard to our goal of deriving a functional MES reference model for the automotive industry, we have used the specifications of these standards as well as further scientific publications on MES as a starting point for a more detailed definition of MES and related functions, which later resulted in the initial MES reference model. The initial reference model depicted in Figure 3 comprises the three layers already specified, namely ERP, MES, and Shop Floor. It visualizes different business and manufacturing functionalities and assigns them to one (or more) of the three layers, or, more precisely speaking, to the corresponding applications assigned to these layers. The functional reference model can serve two objectives: firstly, it can be used as a means for communication (as done in our project during the data collection workshops); secondly, when instantiated the functional reference model can be deployed to design or refine the application architecture assigning software components to the function mapped.

The MES layer comprises typical functions for production planning and manufacturing control, such as Product Traceability and Genealogy, or Dynamic Routing. Dynamic Routing was added although it is not an element of the MES standards investigated, as it has recently been a much propagated function offered by commercial MES software vendors. The function provides algorithms to route, in real-time, intermediary or work-in-process material to appropriate stations and, hence, achieve real-time load balancing in order to increase manufacturing performance with regard to throughput, workload balance and work in process queues. The initial MES reference model was evaluated and slightly amended based on interviews with MES experts from the automotive industry.

In addition to the map we provided detailed definitions for each of the functions and specified the corresponding tasks that we assigned to each function (cf. [29, pp. 32-36]) in order to guarantee a common understanding of what we understand under each function block and, therefore, facilitate the assignment to one or more of the layers during the data collection workshops.

## 4.2 Second Design Cycle

Table 3 shows a detailed specification for some of the manufacturing-related functions, namely Detailed Planning, Quality Management and Production Reporting and Analysis, with an exemplary assignment of each task to the three layers from one of the investigated OEMs as worked out during the workshops. We selected these functions because they illustrate best how certain tasks of the function are supported by applications from different layers.

**Table 3: Detailed specification of manufacturing-related tasks with assignment to the three layers (extract)**

General Function	Detailed (Sub-)Function / Task	ERP	MES	Shop Floor
Detailed Planning	Check production restrictions → analyze available resources and conditions	x		
	Conduct detailed planning			
	Plan time and equipment loading	x	x	
	Adjust shift patterns → Optimize production sequence	x	x	
	Optimize current production plans and sequences	x	x	
	Short-time resource allocation	x		
	Sequence scheduling	x	x	
Quality Management	Convert production requirements into production orders	x	x	
	Concrete production plan (order disposition)	x	x	
	Compile quality planning (inspection planning)	x		
	Preliminary registration of samples and notification of samples	x		
	Quality inspection and documentation of quality tests		x	
	Transmission of quality data for production documentation		x	
	Evaluation of analysis results → Create analysis reports	x	x	
Production Reporting & Analysis	Recommend action to correct problems and generate measures	x	x	
	Determine and control rework		x	
	Manage measuring and test equipment		x	
	Audit trail functionality	x		
	Up-to-the minute reporting of current manufacturing operations results → operative target / actual value comparison		x	
	Long-term production analysis / Statistical Process Control (SPC)	x		
	Evaluation report / visualization of reporting data	x	x	
	Trigger alarms when parameters deviate from acceptable ranges		x	x

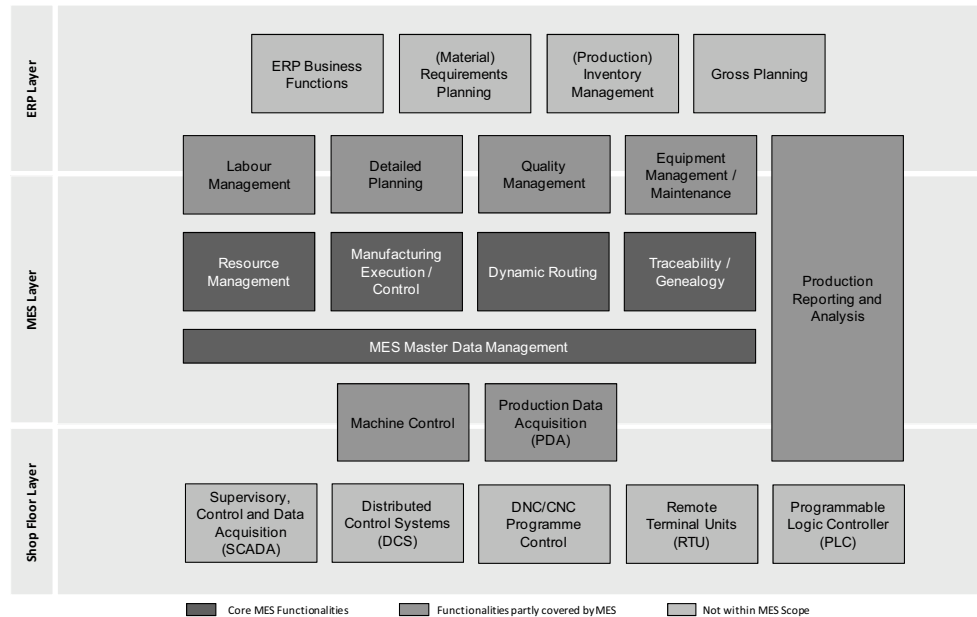
During the data collection workshops the functional blocks of the initial MES reference model were arranged according to the concrete implementations of the functions by the corresponding application systems. For this purpose, each functional block was first presented to the OEM's MES experts with the concrete tasks for each function. Each task was then assigned to one of the three

layers by discussing which application is currently providing or should ideally provide support for this very task. In addition, the OEM representatives were given the possibility to add further tasks to each functional block that they considered necessary.

The resulting functional MES architectures of the OEMs reveal the functional requirements that need to be fulfilled by MES software products. The functional reference model aggregated across all participating OEMs is depicted in Figure 4 (see following page). A major finding from the comparison of the different instantiations is that a generalized statement with regard to the functional requirements across all automotive manufacturers is hard to achieve. The requirements are rather company- and production-specific with the MES layer (and corresponding applications) covering different functionalities which brings about the question whether standardized MES solution support is realistic. Moreover, the heterogeneity leads to the question of the factors influencing the assignment of functionality to the different layers which is addressed in the following chapter.

Nevertheless, based on the total number of assignments across all investigated OEMs the instantiated MES reference model some general trends on functional MES requirements can be identified. For instance, Detailed Planning, Traceability, Direct Routing as well as Manufacturing Execution and Control are mostly seen as core functionalities covered on the MES layer. For other functionalities, such as Production Reporting and Analysis and Quality Management, MES applications need to provide support. As the functions are assigned to multiple layers (i.e. single tasks of the corresponding function are supported by different applications that can be assigned to more than one layer), the topic of integration to applications from the ERP and shop floor layer that cover some tasks of the functionality is predominant.

The functional MES reference model depicted in Figure 4 summarizes the function assignments consolidated across all four case studies and, consequently, represents the revised functional reference model for integrated manufacturing in the automotive industry.



**Figure 4: Functional reference model for integrated manufacturing in automotive (after second iteration)**



### 4.3 Configuration Parameters for Reference Model Application

As the previous section has shown, instantiation of the initial reference model may vary significantly. This being recognized, it becomes obvious that it would be helpful to identify parameters influencing instantiation of the reference model. In terms of established approaches for reference modelling they can be interpreted as configuration parameters describing the context of application of the functional reference model for integrated manufacturing [5, p. 27]. They allow for configuration of the model through adaptation principles of aggregation and analogy construction [4, pp. 259-260, 34, pp. 64-68]. In our case, the pre-defined MES functions that were derived from the analysis of MES standards can be positioned within the model or even left out depending on the specific requirements of a certain plant or production site. The requirements should be reflected in the influencing parameters.

Based on the analysis of the instantiations made and on intensive discussions during the data collection interviews, we identified the following parameters (the numbers in brackets denote the number of mentions by the OEMs):

- Production Process Type (4). Component manufacturing (batch production) and assembly (flow production) pose different requirements in terms of functions needed. Additionally, we have to distinguish between casting or pressing plants manufacturing simple components or parts (mainly in batch production), plants for complex components (such as gears or engines, both in batch production and in flow production), and assembly plants (flow production).
- Number of Production Process Variants (4). This parameter is generally dependant on the production process type as component plants are characterized by a larger number of production variants resulting in more sophisticated requirements on prompt mounting of manufacturing equipment or flexible production process adaptation.
- Production Quantity (3). According to the workshop participants, instantiation of the MES reference model largely depends on production quantity, i.e. total amount of items produced (individual vs. series production).
- Vertical Range of Manufacturing (2). The percentage of the manufacturer's own value creation, i.e. the in-house production

depth, was also identified as an influencing parameter.

- Degree of automation (2). The specific location of a plant influences requirements on MES functions, as there are considerable differences between manufacturing sites with regard to the degree of automation, e.g. in industrialized and in developing countries. Where the manufacturing process is still dominated by manual activities, required system-based support of functions is much lower than in highly automated plants.
- Production Worker Autonomy (1). An influencing factor on the relevance and assignment of certain MES functions is the degree to which the production worker on the shop floor can autonomously interfere and make decisions during the manufacturing process.
- Green versus Brown Field (1). This parameter accommodates the fact that MES functions can be assigned much more easily and precisely in new plants than in plants in which application landscapes have grown historically, with applications covering a different, but partly overlapping scope of functionality.

Within the study we mainly concentrated on the differences resulting from the production process type, as we had representatives both from component manufacturing and from assembly plants participating in the workshops. The peculiarities of the two production process types lead to specific assignments of some functions and to differing evaluations of their relevance. As a first finding, we recognized a tendency towards a MES layer covering a wider range of functions in component manufacturing plants than in assembly plants. Figure 5 shows the assignment of MES Functions for a component manufacturing plant, which includes both parts and complex component manufacturing (on the left) and for an assembly plant (on the right). The difference is mainly due to the fact that production in the component plants is much more diverse (and, thus, complex): it covers a wider range of products (from pressing parts to engines), it is characterized by a larger number of production process variants (comprising e.g. both batch and flow production) and a more disruptive manufacturing process necessitating rapid response in the production planning and control process. Consequently, planning horizons (e.g. for Detailed Planning) are more short-term and covered by MES applications rather than by ERP systems. In assembly, in turn, production plants have a longer time horizon and bigger parts of short-term activities are directly covered on the Shop Floor layer. Furthermore, the importance of some of the MES-related functions is evaluated differently depending on the

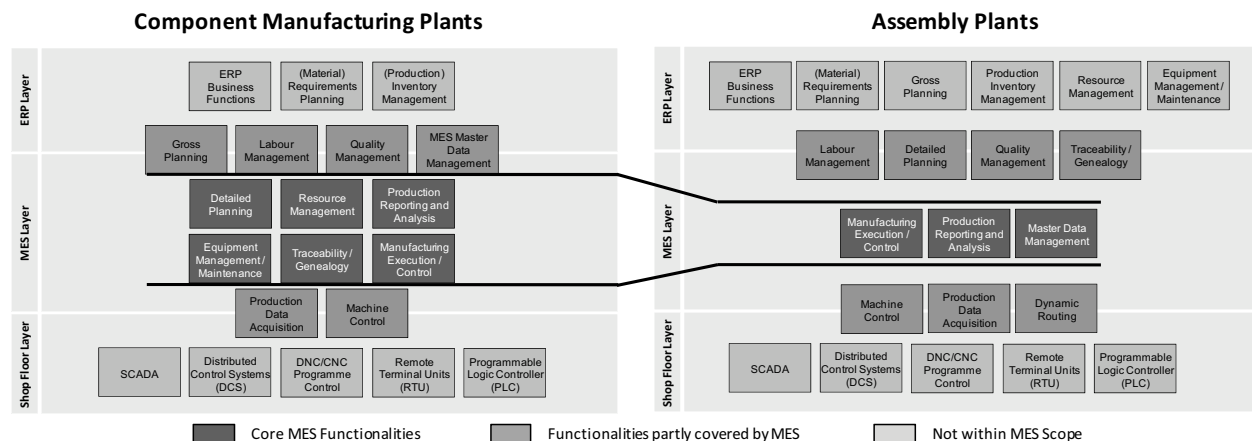


Figure 5: Differences in MES function assignment between component manufacturing plants and assembly plants

plant and production process type. For example, Dynamic Routing is seen as a function of higher significance for assembly than for component manufacturing.

## 5. REFERENCE MODEL EVALUATION

Playing an active role in designing and adapting the proposed functional reference model as well as applying it within the four case studies, the researcher's ability for inter-subjective evaluation of the artifact is limited. In order to overcome this shortcoming of participatory case study research [3, p. 30], we base evaluation of our functional reference model on established principles and criteria for evaluating reference models, namely the four evaluation perspectives proposed by Frank [12] that incorporate and subsume findings from previous publications on the evaluation of reference models, such as [31] and [10]. The four perspectives are summarized in Table 4.

**Table 4: Four perspectives for evaluating reference models (based on [12, pp. 123-136])**

Evaluation perspective	Description
Economic	Evaluation of costs and benefits with regard to construction and use of reference models
Deployment	Evaluation of usability of reference models including criteria such as comprehensibility, clarity, appropriateness, etc.
Engineering	Evaluation of ability of reference models to fulfill the requirements and purposes which it was developed for
Epistemological	Evaluation of reference models with regard to their scientific value and fulfillment of scientific requirements

By applying these four criteria, evaluation of the functional reference model described in this paper results in the following conclusions:

- *Economic perspective.* Due to the relatively low complexity of the reference model its usage and adaptation does not cause high costs to the potential user. An initial presentation of the reference model and explication of the respective functional blocks of the model at the beginning of the workshops was sufficient to enable the participants to apply the reference model to their specific case. Consequently, the costs for training are negligible. Meanwhile, the functional reference model does not generate direct benefits. However, the reference model fosters inter-company standardization as it supports creation of a unified terminology regarding MES functionality. The ability of the reference model to define an industry-wide common language is further enhanced by its (terminological) compatibility to existing international MES standards, such as MESA. In addition, the concluding multilateral workshop which included the four OEMs as well as MES software vendors showed that the functional reference model does not only foster communication as well as the knowledge exchange between the OEMs but also towards software vendors by providing a mean to express their requirements on appropriate MES tool support.

- *Deployment perspective.* Application of the initial functional reference model in four cases indicates its applicability and comprehensibility. As a general outcome of the case studies, the participants agreed that the MES reference model represents a very useful and appropriate tool for finding common terms regarding production planning and control and for mapping functional requirements for appropriate IT support. Moreover, they approved comprehensibility of the reference model as they were easily able to understand the intention as well as the structure of the model due to the intuitive graphical representation and the detailed specification of the functional building blocks of the model. These findings were further backed by the positive feedback of the two interviewed subject matter experts (see chapter 3.2) that were asked to evaluate the reference model.
- *Engineering perspective.* The intended application domain of the reference model (manufacturing in the automotive industry) as well as its purpose (functional requirements definition of MES) was specified at the very beginning of the project and communicated to all involved stakeholders. The application in the case studies and the resulting findings showed that the functional reference model is suited to fulfil the initially defined goals and that it is flexibly usable in OEM-specific contexts (adaptability of reference models). Furthermore, extensibility of the reference model is ensured as functional building blocks can easily be added or removed on different levels of granularity (functions or tasks).
- *Epistemological perspective.* Application of the reference model as well as the feedback obtained from the reference model users indicated a sound representation of the object world with an appropriate level of abstraction. The requirement of critical distance is fulfilled by precisely defining the reference model type (as done in chapter 3.1) and explicitly specifying the intended application domain. Finally, the explication of the process for designing the functional reference model (as outlined within this paper) ensures fundamental scientific requirements, such as consideration and inclusion of the existing knowledge base, reproducibility of the artefact, etc.

## 6. CONCLUSIONS AND OUTLOOK

The functional reference model for integrated manufacturing in the automotive industry that we developed in this paper serves the goal of defining automotive specific MES application functions on a conceptual level. This, at the same time, constitutes the basis for a common, industry-wide understanding with regard to essential terms in this domain and allows for a concerted expression of functional requirements on MES software vendors.

The information obtained through the four case studies brought up a number of valuable findings. Firstly, existing MES standards (like MESA, ISA95 etc.) were estimated as insufficient for designing and developing a functional MES architecture for automobile manufacturers. Secondly, a functional reference model for integrated manufacturing that is of general applicability is difficult to develop, as companies assign functions individually to the different layers. For standardized MES application support, the heterogeneity of functional requirements identified for the different companies constitutes a major obstacle. Thirdly, the problem of different function assignments is worsened by a



number of influencing parameters. These parameters were identified and described as an additional outcome of the study.

A major research challenge for the future consists in investigating the parameters that influence its instantiation. Based on the analysis of the available instantiations as well as intensive discussions during the data collection interviews we were able to determine some first insights. For obtaining some more substantive findings, adoption of the reference model in further cases will be needed. Therefore, we intend to pursue two directions in the near future. Firstly, we aim at finding further automotive manufacturing companies willing to apply the functional MES reference model presented in this paper. This might also include supplier companies that cover part of the automotive value chain and produce complex parts for the OEMs. Secondly, we plan to deepen our investigation of the current four automotive research partners by examining single plants with regard to their specific MES functions. We will inspect plants producing parts – both complex and simple parts, such as pressed and cast parts – as well as assembly plants. On the one hand this will help us to verify correctness of the content of our reference model, i.e. the functional MES building blocks. On the other hand, it will allow for a more comprehensive evaluation of the precise impact of the parameters on the instantiation and for the identification of functional patterns for different types of manufacturing plants as well as general adaptation and instantiation guidelines for the reference model depending on plant specifics.

Moreover, the functional reference model could serve as a helpful starting point for specifying:

- industry-wide domain models that contain functional components,
- service landscapes defining services for each functional block, or
- a (semantic) information model that unambiguously defines essential information objects as a prerequisite for establishing a common language on MES-related terms and entities.

## 7. REFERENCES

- [1] Albert, C. and Fuchs, C. 2007. *Durchblick im Begriffsdschungel der Business-Software*. Technical Report. Universität Würzburg, Würzburg, Germany.
- [2] Barkmeyer, E., Denno, P., Feng, S., Jones, A. and Wallace, E. K. 1999. *NIST Response to MES Request for Information*. National Institute of Standards (NIST), Gaithersburg, USA.
- [3] Baskerville, R. L. 1997. Distinguishing Action Research from Participative Case Studies. *Journal of Systems and Information Technology* 1, 1, 25-45.
- [4] Becker, J., Delfmann, P. and Knackstedt, R. 2004. Konstruktion von Referenzmodellierungssprachen - Ein Ordnungsrahmen zur Spezifikation von Adaptions-mechanismen für Informationsmodelle. *Wirtschaftsinformatik* 46, 4, 251-264.
- [5] Becker, J., Delfmann, P., Knackstedt, R. and Kuroпка, D. 2002. Konfigurative Referenzmodellierung. In *Wissensmanagement mit Referenzmodellen*, J. Becker and R. Knackstedt, Eds. Physica, Heidelberg, 25-144.
- [6] Becker, J. and Schütte, R. 2004. *Handelsinformationssysteme*. Redline, Frankfurt am Main, Germany.
- [7] Benbasat, I. 1985. An Analysis of Research Methodologies. In *The Information Systems Research Challenge*, F. W. McFarlan, Ed. Harvard Business School Press, Boston, USA, 47-85.
- [8] Cavana, R. Y., Delahaye, B. L. and Sekaran, U. 2001. *Applied Business Research - Qualitative and Quantitative Methods*. Wiley, Milton, USA.
- [9] Eisenhardt, K. M. 1989. Building Theories from Case Study Research. *Academy Of Management Review* 14, 4, 532-550.
- [10] Fettke, P. and Loos, P. 2003. Multiperspective Evaluation of Reference Models - Towards a Framework. In *Conceptual Modelling for Novel Application Domains*. Springer, Berlin et al., 80-91.
- [11] Fettke, P. and Loos, P. 2004. Referenzmodellierungsforschung. *Wirtschaftsinformatik* 46, 5, 331-340.
- [12] Frank, U. 2007. Evaluation of Reference Models. In *Reference Modeling for Business Systems Analysis*, P. Fettke and P. Loos, Eds. Idea Group, 118-139.
- [13] Heinrich, B., Henneberger, M., Leist, S. and Zellner, G. 2009. The process map as an instrument to standardize processes: design and application at a financial service provider. *Information Systems and E-Business Management* 7, 1, 81-102.
- [14] Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. and Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. *Management Information Systems Quarterly* 28, 1, 75-105.
- [15] ISA 2000. *ANSI/ISA-95.00.01-2000 Enterprise-Control System Integration Part 1: Models and Terminology*. Technical Report. Industry, Systems, and Automation Society (ISA), Pittsburgh, USA.
- [16] Kletti, J. 2006. *MES - Manufacturing Execution System: Moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, Germany.
- [17] Klimm, B. 2008. *Welchen Nutzen bietet ein MES-Cockpit? - Steuerung der Fahrzeugproduktion vom Presswerk bis zur Werksschlussabnahme*. SALT Solutions, Dresden, Germany.
- [18] Louis, J. P. and Alpar, P. 2007. Flexible Production Control - A Framework to Integrate ERP with Manufacturing Execution Systems. In *Proceedings of European and Mediterranean Conference on Information Systems 2007 (EMCIS2007)*, Valencia, Spain, 24-1-24-10.
- [19] Mayring, P. 2008. *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Beltz, Weinheim.
- [20] MESA 2000. *Controls Definition & MES to Controls Data Flow Possibilities*. Technical Report. Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA), Pittsburgh, USA.
- [21] Meyer, J.-A. and Kittel-Wegener, E. 2002. Die Fallstudie in der betriebswirtschaftlichen Forschung und Lehre. In *Schriften zu Management und KMU*, Stiftungslehrstuhl für ABWL, Ed., Flensburg, Germany.
- [22] NAMUR 2003. *MES: Funktionen und Lösungsbeispiele der Betriebsleitebene (Functions and Examples of Operations Control Level Solutions)*. Technical Report. Normenarbeitsgemeinschaft für Meß- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR), Leverkusen, Germany.
- [23] Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A. and Chatterjee, S. 2008. A Design Science Research

- Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems* 24, 3, 45-77.
- [24] Peßl, E. 2008. ERP- und MES-Systeme - Einsatz in der Produktionsplanung und -steuerung. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF)* 103, 4, 271-275.
  - [25] Sauer, O. 2004. Agent technology used for monitoring of automotive production. In *Proceedings of the International Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Forum 2004*, Cernobbio, Italy.
  - [26] Sauer, O. 2005. Entwicklungstrends von MES am Beispiel der Automobilindustrie. *PPS Management* 10, 3, 21-24.
  - [27] Schäfer, M., Reimann, J., Schmidtauer, C. and Schoner, P. 2009. *MES: Anforderungen, Architektur und Design mit Java, Spring & Co.* entwickler.press, Frankfurt am Main, Germany.
  - [28] Scheer, A.-W. and Schneider, K. 2005. ARIS - Architecture of Integrated Information Systems. In *Handbook on Architectures of Information Systems*. vol. 2, P. Bernus, K. Mertins, and G. Schmidt, Eds. Springer, Berlin, Heidelberg, 605-623.
  - [29] Schmidt, A., Otto, B. and Kussmaul, A. 2009. *Integrated Manufacturing Execution – Functional Architecture, Costs and Benefits*. Technical Report. St. Gallen, Switzerland, BE HSG/ CC CDQ2 / 17.
  - [30] Scholz, R. W. and Tietje, O. 2002. *Embedded Case Study Methods. Integrating quantitative and qualitative Knowledge*. Sage Publications, Thousand Oaks, USA.
  - [31] Schütte, R. 1998. *Grundsätze ordnungsmässiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*. Gabler, Wiesbaden.
  - [32] Specht, G., dos Santos, A. and Bingemer, S. 2004. Die Fallstudie im Erkenntnisprozess: die Fallstudienmethode in den Wirtschaftswissenschaften. In *Fundierung des Marketing: verhaltenswissenschaftliche Erkenntnisse als Grundlage einer angewandten Marketingforschung*, K.-P. Wiedmann, Ed. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, Germany, 539-563.
  - [33] VDI 2007. VDI-Richtlinie 5600: Fertigungsmanagementsysteme - Manufacturing Execution Systems (MES). In *VDI-Handbuch Informationstechnik, Bd. I: Angewandte Informationstechnik VDI-Kompetenzfeld* Informationstechnik, Berlin, Germany.
  - [34] vom Brocke, J. 2007. Design Principles for Reference Modeling: Reusing Information Models by Means of Aggregation, Specialisation, Instantiation, and Analogy. In *Reference Modeling for Business Systems Analysis*, P. Fettke and P. Loos, Eds. Idea Group Publishing, Hershey, USA, 47-75.
  - [35] Wannenwetsch, H. H. and Nicolai, S. 2004. *E-Supply-Chain-Management: Grundlagen, Strategien, Praxisanwendungen*. Gabler, Wiesbaden, Germany.
  - [36] Yin, R. K. 2002. *Case Study Research. Design and Methods*. Sage Publications, London, UK.

# Hybride Leistungsbündel für energieeffiziente Planung, Steuerung und Betrieb von IT-Infrastruktur

Carl Stolze  
Universität Osnabrück,  
Katharinenstraße 3, 49069  
Osnabrück

carl.stolze  
@uos.de

Michael Freundlieb  
Universität Osnabrück,  
Katharinenstraße 1, 49069  
Osnabrück

michael.freundlieb  
@uos.de

Oliver Thomas  
Universität Osnabrück,  
Katharinenstraße 3, 49069  
Osnabrück

oliver.thomas  
@uos.de

Frank Teuteberg  
Universität Osnabrück,  
Katharinenstraße 1, 49069  
Osnabrück

frank.teuteberg  
@uos.de

## ABSTRACT

In diesem Beitrag wird ein hybrides Leistungsbündel konzipiert, mit dessen Hilfe die energieeffiziente Planung und Steuerung sowie der Betrieb und die Nutzung von IT-Infrastruktur sichergestellt werden. Das Vorgehen zur Entwicklung orientiert sich an einem etablierten Vorgehensmodell des Product-Service-Systems-Engineering und basiert auf zwei Industrieworkshops mit über 60 Teilnehmern aus Wissenschaft und Praxis sowie leitfadengestützte Experteninterviews mit 8 Unternehmensvertretern. Anhand der empirischen Ergebnisse werden die aus Kundensicht bestehenden Anforderungen an das hybride Leistungsbündel erhoben, ein Produktmodell entwickelt und evaluiert sowie ein Anwendungsszenario abgeleitet und beschrieben. Die prototypische Implementierung der Softwarekomponente des Leistungsbündels wird anhand des Management- und Beratung Cockpits sowie der zugrundeliegenden IT-Architektur erläutert.

## Keywords

Hybride Wertschöpfung, IT-Infrastruktur, Nachhaltigkeit, Green IT

## 1. EINLEITUNG

Steigende Energiepreise und wachsende öffentliche Sensibilität für die Umweltverträglichkeit von Produkten und Dienstleistungen lassen die Energie- und Umwelteffizienz zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor werden [21]. Die Berücksichtigung der hieraus resultierenden Problemstellungen aber auch der Potenziale bei Betrieb und Nutzung der informationstechnischen Infrastruktur eines Unternehmens werden daher zunehmend entscheidend für die nachhaltige und erfolgreiche Nutzung von IT [7; 13; 17; 19; 22]. Diese erfordert nicht nur den Einsatz von energieeffizienter Informationstechnik (*Green IT*), sondern auch die intelligente Nutzung von IT-gestützten Steuerungs- und Kontroll-

systemen für die Steigerung der gesamtunternehmerischen Energieeffizienz (*Green through IT*) [28]. Aufgrund des hohen Energieeinsatzes und der zentralen Funktion als grundlegende IT-Infrastruktur haben hierbei die Planung und Steuerung sowie der Betrieb und die Nutzung von Serverräumen und Rechenzentren entscheidende Bedeutung [17; 19].

Die durch steigende Rechenleistung notwendigen höheren Strom- und Kühlleistungen in Serverräumen und Rechenzentren haben in der Vergangenheit zu einer stark auf die technischen Komponenten fokussierten Betrachtung von Green IT geführt, so dass die Entwicklung integrierter und strategisch ausgerichteter Lösungen zur Verbesserung der Energieeffizienz, der nachhaltigen Unternehmensentwicklung sowie des Umweltinformationsmanagements vernachlässigt wurden [10; 19; 22; 30; 36].

Obwohl in der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik einzelne Aspekte der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit gegenüber der angloamerikanischen IS-Disziplin früher und umfassender in den wissenschaftlichen Diskurs eingebracht wurden [33; 36], ist dennoch auch hier bislang kein übergreifendes Konzept zur Integration der Leistungen von IT-Hersteller, Facility Management, Heizungs- und Klimatechnikhersteller sowie Energielieferant in Bezug auf Serverräume und Rechenzentren vorgestellt worden. Insbesondere fehlt eine integrative Konzeption, welche die hybride Leistungserbringung – durch Produkte und Dienstleistungen – für die vielfältigen beteiligten Akteure so transparent und messbar gestaltet, dass auch Unternehmen außerhalb der IT-Branche ihre IT-Infrastruktur sowohl als solches energieeffizient betreiben als auch als Basis für eine unternehmensweite Verbesserung der Ressourcennutzung einsetzen können [5; 30; 36].

Hieraus lassen sich die folgenden Erkenntnisse für die Konzeption eines Leistungsbündels für den energieeffizienten Betrieb von IT-Infrastruktur, insbesondere von Rechenzentren und Serverräumen, ableiten: Häufig wird auf die eher servernahen technischen Komponenten fokussiert, ohne dabei die durch den wesentlichen Dienstleistungsanteil gegebene Hybridität des Leistungspakets ausreichend zu berücksichtigen. Konträr dazu steht die Diskussion über die Gesamtenergieeffizienz der IT-Infrastruktur ohne Berücksichtigung der einzelnen Komponenten und ihrer Beziehungen untereinander. Insofern besteht hier ein Mangel an einer operationalisierbaren integrativen Konzeption, welche über die technischen Komponenten hinausgeht, ohne die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Bestandteilen des Gesamtpakets zu vernachlässigen.

Der identifizierte Mangel an einer für alle an der Leistungserstellung beteiligten Akteure transparenten Darstellung und Messung ihrer Leistungen wird im Rahmen dieses Beitrags durch die Kon-

zeption eines entsprechenden hybriden Leistungsbündels adressiert. Dabei wird auf die Softwarekomponente in Form eines Management- und Beratungscockpits fokussiert.

## 2. METHODISCHES VORGEHEN

Der vorliegende Beitrag ordnet sich durch einen methodisch geleiteten Erkenntnis- und Entwicklungsprozess für ein praktisches Problem in eine gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik ein [24] und wendet gleichzeitig durch die aktive Einbeziehung von Unternehmensvertretern im Rahmen der Anforderungserhebung und Evaluation die Methode der Konsortialforschung an [25].

Auf Grund der hybriden Eigenschaften des zu entwickelnden Leistungsbündels für den energieeffizienten Betrieb von IT-Infrastruktur kann nicht auf Methodiken des klassischen Software Engineering [27], wie etwa das Wasserfallmodell, zurückgegriffen werden. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung der integrierten Betrachtung von materiellen und immateriellen Produkteigenschaften ist es nicht verwunderlich, dass eine Vielzahl von Modellen zum methodischen Vorgehen für die Entwicklung entsprechender hybrider Leistungsbündel existiert [5; 14; 29]. Allerdings hat sich bisher keines dieser Modelle, im Gegensatz zur VDI-Richtlinie 2221 für die Produktentwicklung oder dem DIN-Phasenmodell zur Dienstleistungsentwicklung, für die Entwicklung hybrider Leistungsbündel als domänenneutrales Standardvorgehen etabliert [14].

Vor dem Hintergrund der angestrebten ganzheitlichen Betrachtung des für einen energieeffizienten Betrieb von IT-Infrastruktur notwendigen Leistungsbündels muss daher ein Vorgehensmodell ausgewählt werden, dessen Kern die integrierte Entwicklung von Produkt und Dienstleistung zur Schaffung eines ganzheitlich gestalteten und dabei auf die Bedürfnisse der Kunden eingehenden Lösungsangebots bildet [3; 4; 29; 34]. Dabei ist es zweckmäßig, dass bereits in einer frühen Entwicklungsphase die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Leistungskomponenten berücksichtigt werden, ohne den Lösungsraum durch die Festlegung auf eine Erbringung als Sach- oder Dienstleistung einzuschränken [32]. Aus der Perspektive der anwendungsorientierten Problemstellung ist es erforderlich, dass auch das Vorgehensmodell praxistauglich ist [14; 29].

Auf Basis dieser Anforderungen wird aus den in [29] und [14] vorgestellten und bewerteten Vorgehensmodellen das Vorgehensmodell nach Steinbach, Botta und Weber [6; 32] zur als Product-Service-Systems-Engineering bezeichneten Entwicklung eines hybriden Leistungsbündels herangezogen. Dieser Ansatz unterscheidet zwischen aus Kundensicht als Produktverhalten wahrgenommenen Eigenschaften und Merkmalen, welche in der Konstruktion eines Produktes festgelegt werden. Die Überführung der in der Fachsprache des Kunden ausgedrückten Eigenschaften in die Fachsprache des Konstrukteurs und dessen Umsetzung in Merkmale wird als Synthese bezeichnet. Die anschließend vorzunehmende umgekehrte Übersetzung und der Vergleich der geschaffenen Produktkonstruktion mit den Kundenanforderungen werden als Analyse bezeichnet. Durch dieses Vorgehen müssen sowohl der Kunde als auch der Konstrukteur nicht ständig in die Fachsprache des anderen wechseln [32; 34].

Dieses, auf dem Konzept des Property-Driven Development [32; 37] basierende, Vorgehensmodell wird ergänzt durch eine vorgelegte explizite Phase zur Ermittlung der Kundenanforderungen. Durch diese Trennung der Erhebung von Kundenanforderungen

und Definition der Soll-Eigenschaften des Leistungsbündels wird zum einen der vergleichsweise hohen Komplexität der Anwendungsdomäne Rechnung getragen, zum anderen wird im Gegensatz zum ursprünglichen Vorgehensmodell die Erhebung der Kundenanforderungen sowie deren Überführung in die Soll-Eigenschaften transparent gemacht [34]. Daraus ergibt sich das in Abbildung 1 dargestellte, diesem Beitrag zugrundeliegende Vorgehensmodell.

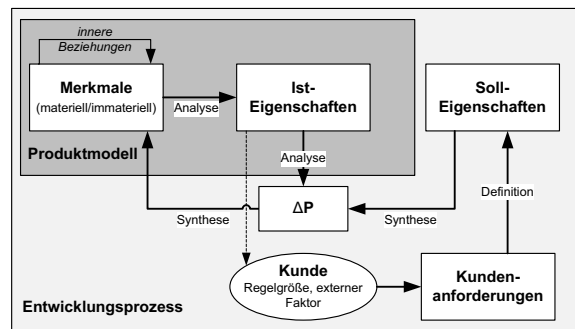


Abbildung 1. Methodisches Vorgehen (angelehnt an [32]).

Die erste Phase bildet dabei die diskutierte Ermittlung der Kundenanforderungen, welche die Grundlage für die Definition der Soll-Eigenschaften des zu entwickelnden hybriden Produkts bilden. Über den darauf folgenden Syntheseschritt werden – unter Einbeziehung der Abweichungen von bereits festgelegten Ist-Eigenschaften des Produkts zu den aus Kundensicht gewünschten Soll-Eigenschaften – neue bzw. geänderte Merkmale des Produktes mit ihren inneren Beziehungen abgeleitet. Im Rahmen der Analyse wird durch den Vergleich der Soll-Eigenschaften mit den Merkmalen des Leistungsbündels bestimmt, welche Soll-Eigenschaften bereits durch festgelegte Merkmale des hybriden Leistungsbündels erfüllt sind.

Das Vorgehensmodell wird solange zyklisch durchlaufen, bis die Differenz zwischen Ist-Eigenschaften und Soll-Eigenschaften ( $\Delta P$ ) als hinreichend klein angesehen wird. Als Ergebnis jedes Zyklus wird hierbei das Produktmodell entsprechend angepasst [32]. Aus Sicht des Design-Science-Research-Ansatzes ist der hieraus entstehende Zyklus aus Synthese und Analyse als Evaluations- und Anpassungsschritt innerhalb des Design Cycle zu interpretieren, so dass durch die Verknüpfung mit einer praktischen Fragestellung und der methodischen Grundlegung alle drei Zyklen dieser Forschungsmethodik befolgt werden [8; 15; 16].

## 3. KONZEPTION UND IMPLEMENTIERUNG

### 3.1 Einführung in die Anwendungssituation

Die IT-Branche ist seit Mitte der 1990er-Jahre hinsichtlich ihrer Bruttowertschöpfung um fast 50 Prozent gewachsen und damit inzwischen größer als der Automobil- und Maschinenbau. Dabei wuchs der Energieverbrauch in Rechenzentren allein in den Jahren 2000 bis 2006 auf mehr als das Doppelte (von 3,98 Mrd. kWh auf 8,67 Mrd. kWh). Auf Grund der steigenden Energiepreise kam es zu einer Verdreifachung der Energiekosten von 251 Mio. Euro auf 867 Mio. Euro [17]. Insofern besteht sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Perspektive Handlungsbedarf.

Allerdings ist die in Unternehmen vorhandene Fachkenntnis über die Planung, Realisierung und Steuerung von Serverräumen und Rechenzentren häufig nicht ausreichend, um auf diese Herausforderungen adäquat zu reagieren [12; 17; 19]. Sowohl die IT selbst als auch das technische Heizungs- und Klimatechnikprodukt werden entweder über spezialisierte Dienstleister oder den technischen Kundendienst (TKD) der jeweiligen Hersteller dem Unternehmen bereitgestellt. Das Facility Management zur Bewirtschaftung der Gebäude sowie der Energielieferant stellen weitere zum Betrieb erforderliche separate Produkte und Dienstleistungen für das Unternehmen als Endanwender dieser IT-Infrastruktur bereit, ohne dass eine integrierte Herangehensweise für die Bereitstellung der IT-Infrastruktur gefördert oder unterstützt wird (Abbildung 2).

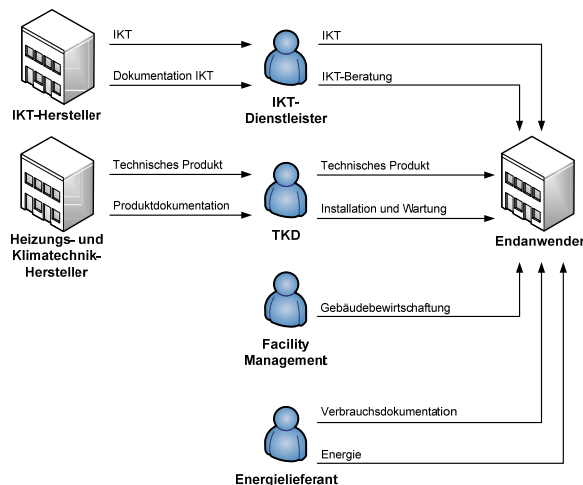


Abbildung 2. Ausgangssituation.

Insbesondere Unternehmen, die nicht der IKT-Branche angehören, verfügen in der Regel nicht über das notwendige Wissen, entsprechende Strukturen und ein Bewusstsein für die mit der Energieeffizienz verbundenen Fragestellungen aufzubauen [30]. Besonders problematisch ist die durch den Endanwender häufig nicht mit vertretbarem Aufwand zu erbringende Integration der genannten Einzelkomponenten, welche jedoch erforderlich ist, um alle vorhandenen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz zu nutzen – sowohl für große Unternehmen als auch KMUs [9].

Auch aus Sicht der Hersteller und Dienstleister ist diese Ausgangssituation nicht zufriedenstellend, da die Anforderungen an die Entwicklung energieeffizienter Produkte sowie Feedback zur Produkt- und Dienstleistungsqualität – wenn überhaupt – nur auf einzelnen Kanälen über Mittelsmänner zurückfließen oder aufwändig im Rahmen eines CRM erhoben werden [20]. Es mangelt somit aus Sicht aller beteiligten Akteure an einer operationalisierbaren Integration von Informations- und IT-Management, Facility Management sowie Heizungs- und Klimatechnik, um den Ressourcen- und Energieeinsatz entlang der gesamten Wertschöpfungskette für Serverräume und Rechenzentren nachhaltig zu senken.

Im Folgenden wird die Entwicklung eines entsprechenden hybriden Leistungsbündels auf Basis des erläuterten Vorgehensmodells beschrieben. Auf Grund der Kürze des Beitrags konzentriert sich die Beschreibung auf den Aspekt des Management- und Bera-

tungscockpits, in dem die für die Integration notwendigen Informationen zusammengeführt und aufbereitet werden.

## 3.2 Bestimmung der Kundenanforderungen

Für die Erhebung der Kundenanforderungen wurde ein zweistufiger Forschungsansatz aus Fokusgruppeninterviews und leitfadengestützten Experteninterviews zur direkten Einbindung der relevanten Hersteller und Dienstleister sowie Endanwender gewählt [1; 8; 18; 25].

Die erste Stufe, in Form der Fokusgruppeninterviews, dient dabei als explorative Vorstudie zum Aufdecken von Problembereichen und der Erhebung erster Kundenanforderungen. Den Rahmen hierzu bildeten zwei Industrieworkshops mit insgesamt über 60 Teilnehmern aus Praxis und Wissenschaft. Die Fokusgruppeninterviews wurden mittels einer moderierten Gruppendiskussion durchgeführt. Der Methodik des Fokusgruppeninterviews folgend wurden in den einzelnen Gruppen, fokussiert auf ein bestimmtes Kernthema, aktuell in der Praxis bestehende Problembereiche sowie mögliche Lösungsansätze diskutiert und dokumentiert [18].

Die Workshops fanden im Januar und März 2010 zu folgenden Fokusthemen statt:

- Green IT, Energie- und Materialeffizienz durch IKT.
- Managementsysteme und Compliance.
- Nachhaltigkeitsberichterstattung und Ökobilanzierung.
- Green Logistics.
- Produktionsintegrierter Umweltschutz, Stoffstrommanagement und Recycling.

Die genannten Themengruppen wurden dabei durch jeweils einen wissenschaftlichen Vertreter fachlich begleitet und durch einen unabhängigen Moderator geleitet, wobei sich die Unternehmensvertreter frei den Gruppen zuordnen konnten. Am Ende wurden die Arbeitsergebnisse der Gruppen schriftlich protokolliert und in einer Kurz-Präsentation durch den Moderator den anderen Arbeitsgruppen vorgestellt.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Branchenhintergrund der Fokusgruppeninterviewsteilnehmer gemäß der vom Statistischen Bundesamt vorgenommenen Klassifikation von Wirtschaftszweigen [31].

Tabelle 1. Branchen der Fokusgruppeninterviewsteilnehmer.

Branche	Anzahl
Verarbeitendes Gewerbe	8
Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	8
Information und Kommunikation	7
Öffentliche Verwaltung	4
Erziehung und Unterricht	4
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	1
Energieversorgung	1
Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	1

Durch die Vielzahl unterschiedlicher Branchen wird zum einen die zur Erfassung branchenübergreifender Kundenanforderungen an den energieeffizienten Betrieb von IKT-Infrastruktur nötige

Heterogenität der Teilnehmer sichergestellt, während die freie Zuordnung der Unternehmensvertreter zu den Fokusthemen die Homogenität der Gruppenteilnehmer hinsichtlich ihrer Interessenlage gewährleistet. Dadurch wurde den im Rahmen von Fokusgruppeninterviews auftretenden divergierenden Forderungen nach Homogenität der Gruppen bei gleichzeitiger Meinungsvielfalt nachgekommen [18].

Durch die Einbeziehung von Endanwendern, aber auch Herstellern und Dienstleistern der in Abschnitt 3.1 beschriebenen Ausgangssituation, wird zudem die Berücksichtigung von Anforderungen aller beteiligten Akteure gewährleistet [1; 20]. Die Ergebnisse der so durchgeführten Vorstudie sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die angesprochenen Anforderungen lassen sich grob in die, an die in der Nachhaltigkeitsforschung verbreiteten STEP-Analysedimensionen [35] angelehnten, vier Kategorien politisch-rechtlicher, ökonomischer, organisatorischer und technologischer Fragestellungen einordnen.

**Tabelle 2. Ergebnisse der Fokusgruppeninterviews.**

Kategorie	Anforderungen
Politisch-rechtlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl verschiedener Abstraktionsniveaus gemäß rechtlicher und regulatorischer Vorgaben</li> <li>- Auswahl und Anwendung von Standards sowie entsprechender Kennzahlensysteme</li> </ul>
Ökonomisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kosten-/Nutzen-Relation für eine Softwareunterstützung des Umweltmanagements ist unklar</li> <li>- Effizienz der verwendeten Methodik muss durch Controlling der anvisierten ökonomischen und ökologischen Ziele gewährleistet sein</li> <li>- Lösung muss einen Mehrwert für die Unternehmen in Form einer Zeit-/Geldersparnis und/oder Qualitätsverbesserung liefern</li> </ul>
Organisatorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kombination aus Software, dahinter liegender Infrastruktur und Einbindung in die Unternehmensorganisation wird als Lösungsansatz favorisiert</li> <li>- Lösung soll bei der Entscheidungsfindung unterstützen</li> <li>- Nicht nur Unterstützung operativer Tätigkeiten, sondern auch strategischer Fragestellungen</li> </ul>
Technologisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schnittstellen-Probleme: <ul style="list-style-type: none"> <li>o heterogene Software-Landschaft</li> <li>o uneinheitliche Datenhaltung separater Softwarelösungen</li> </ul> </li> <li>- Verwaltung von Umweltdaten in Insellösungen wie MS Excel soll überwunden werden</li> <li>- Bedienung sollte sich an etablierter Standardsoftware orientieren</li> <li>- Ermöglichung von Ad-Hoc-Auswertungen</li> <li>- Nutzung energieeffizienter IT-Infrastrukturen</li> <li>- Aktualität, Komplexität und Qualität der Daten</li> </ul>

Als zweite Stufe der Anforderungserhebung wurden leitfadengestützte Experteninterviews [23] durchgeführt, um die im Rahmen der Fokusgruppeninterviews gewonnenen Ergebnisse zu vervollständigen und tiefergehend zu spezifizieren [18].

Da sich im Rahmen der ersten Erhebungsphase gezeigt hat, dass insbesondere Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes wegen ihrer Rolle als potenzieller Kunde für das hybride Leistungsbündel zur Anforderungsspezifikation beitragen können, wurde in der zweiten Phase auf diese Branche fokussiert. Diese Endanwender

repräsentierenden Unternehmen wurden dabei nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Das Kerngeschäft der Unternehmen liegt nicht innerhalb der IKT-Branche, so dass die Unternehmen beim Betrieb ihrer IT-Infrastruktur auf externe Produkte und Dienstleistungen zurückgreifen.
- Die Unternehmen betreiben dennoch eine eigene IT-Infrastruktur.
- Die Unternehmen haben ein grundsätzliches Interesse an Umweltfragestellungen, was sich beispielsweise durch das Vorhandensein eines Umweltmanagementbeauftragten äußert.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die befragten Unternehmen sowie die jeweiligen Interviewpartner.

**Tabelle 3. Teilnehmer der leitfadengestützten Interviews.**

Unternehmen	Kerngeschäft	Umsatz (Mio. €)	Anz. MA	Interview-Partner
U1	Lebensmittel	280	2.000	UM-Beauftragter
U2	Logistik	3.400	8.500	UM-Beauftragter
U3	Möbel	60	300	Leiter für Betriebsplanung und UM
U4	Baustoffe/Chemie	250	740	Leiter für Arbeitssicherheit u. Umweltschutz
U5	Gesundheitsdienstl.	n.b.	2.500	UM-Beauftragter/Sicherheitsingenieur
U6	Logistik	1.800	20.000	Leiter Betriebssicherheit
U7	Logistik	200	2.000	Geschäftsführer
U8	Möbel	780	6.000	Umweltreferent

Analog zu den Ergebnissen der Fokusgruppeninterviews werden die Ergebnisse der Experteninterviews in Tabelle 4 zusammengefasst und in die zuvor verwendeten Kategorien eingeordnet. Aus Platzgründen werden Anforderungen, die im Rahmen der Fokusgruppeninterviews bereits erhoben und im Rahmen der Experteninterviews nochmals genannt wurden, nicht erneut aufgeführt. In eckigen Klammern ist jeweils angegeben, welcher Interviewpartner die jeweilige Anforderung gestellt hat.

**Tabelle 4. Ergebnisse der Experteninterviews.**

Kategorie	Anforderungen
Politisch-rechtlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berücksichtigung der Dynamik regulatorischer Anforderungen sowie Etablierung der erforderlichen Informationsflüsse (U1, U3, U4, U5, U7, U8)</li> <li>- Zulieferer müssen zertifiziert sein (U3)</li> <li>- Verbindlichkeit muss über bestehende Standards wie ISO14000 hinausgehen (U7, U8)</li> <li>- Rechtssicherheit muss gewährleistet sein (U4)</li> <li>- Erstellung von Dokumentationen für Audits (U4)</li> </ul>
Ökonomisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anbindung vorhandener Systeme über standardisierte Software-Schnittstellen (U4)</li> <li>- Vermeidung von Schulungsaufwand hinsichtlich <ul style="list-style-type: none"> <li>o Regulatorischer Anforderungen (U7)</li> <li>o Bedienung der Software (U1, U4, U8)</li> </ul> </li> </ul>

Organisatorisch	- Vermeidung von organisatorischem Aufwand für das Management-Reporting (U3)
	- Operatives Tagesgeschäft darf Umweltproblematik nicht in den Hintergrund drängen (U1, U7)
	- Überbetriebliche Vernetzung fördern durch <ul style="list-style-type: none"> <li>o Berücksichtigung der Problematik sensibler Daten (U5)</li> <li>o Verringerung des Koordinationsaufwands bei der Strategie-Abstimmung (U2)</li> <li>o Motivation der Supply-Chain Partner für Umwelt-fragestellungen (U2)</li> </ul>
	- Integration des Umweltmanagements in die Geschäftsprozesse (U5)
	- Förderung/Gewährleistung des Top-Management-Commitment (U1, U3, U6, U7)
	- Verankerung des Umweltmanagements in der Unternehmenskultur (U7)
	- Verfolgung einer einheitlichen Leitlinie/Strategie/Vision (U1, U2, U5, U7)
	- Motivation der Mitarbeiter und Partner (U1, U2, U3, U5, U7)
	- Berücksichtigung unterschiedlicher Unternehmenskulturen (U2, U6)
	- Austausch von Stand-Alone-Lösungen wie dem MS Office-Paket durch integrierte Lösung zur informationstechnischen Unterstützung des Umweltmanagements (U1, U5, U6)
	- Implementierung einheitlicher Datenerhebung (U4, U7)
	- Implementierung von Berechnungs-Standards (U8)
	- Unterstützung des betrieblichen Umweltmanagements auch durch eine Software-Lösung (U3, U7, U8)
	- Automatisierte Aggregation umfangreicher Daten zu Kennzahlen (U3, U7)
	- Lösung vorhandener Schnittstellen-Probleme: <ul style="list-style-type: none"> <li>o ERP-System bietet keine Möglichkeit für modulare Erweiterungen (U2)</li> <li>o Medienbrüche zu Papierdokumenten (U6)</li> </ul>
	- Vermeidung derzeit erforderlicher manueller Datenerhebungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Stoff- und Materialstammdaten (U3)</li> <li>o Daten über CO2-Emissionen (U2)</li> </ul>
	- Einbindbarkeit von Hardware zur Erfassung feingranularer Verbrauchsdaten (U2, U3, U4, U7, U8)
Technologisch	- Kennzahlen-Cockpit für Ableitung von effizienten Zielen und Maßnahmen im Rahmen des Umwelt-Controllings (U2, U3, U4, U5, U7, U8)
	- Automatische Generierung von Umweltberichten (U1, U3, U4, U5, U6, U7)
	- Ablage von Verfahrensanweisungen, Arbeitsanweisungen, Sicherheitsblättern, Umwelterklärung, (Lieferanten-)Zertifikaten (U1, U2, U3, U5, U8)
	- Zuweisung von Benutzerrollen mit entsprechenden Berechtigungen (U4, U5)
	- Workflow-Integration (U2, U3, U5)
	- Automatisierte Erstellung Input-/Output-Bilanz (U3, U8)
	- Schnittstellen zu folgenden Systemen werden benötigt: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Stoffstrommanagementsysteme (U3)</li> <li>o Telematik-Systeme (U2, U6, U7)</li> <li>o ERP-Systeme (U2, U5, U6)</li> <li>o Systeme der Supply-Chain-Partner (U2)</li> </ul>
	- Software-Ergonomie durch Touch-Screens und möglichst wenige Bedienelemente (U4, U8)
	- Skalierbarkeit, Anpassung an Unternehmenswachstum (U4)
	- Daten- und Prozessintegration (U4)

### 3.3 Definition der Soll-Eigenschaften

Nach der zweistufigen Erhebung der Kundenanforderungen werden unter Anwendung einer Anforderungsklassifikation durch

Analyse die Soll-Eigenschaften des zu entwickelnden Leistungsbündels definiert. Zu diesem Zeitpunkt erfolgt, im Unterschied zur klassischen Produktentwicklung, noch keine Festlegung, welche der Soll-Eigenschaften durch Sach- oder Dienstleistungen erfüllt werden sollen [4; 26; 32].

Die in Tabelle 2 und 4 zusammengefassten Ergebnisse der Fokusgruppen- bzw. Experteninterviews wurden zu funktionalen Aspekten gruppiert und schließlich im Rahmen eines konsensbildenden Expertenworkshops in die Eigenschaftsebene des Produktmodells in Abbildung 3 überführt.

Die Definition der Soll-Eigenschaften ist mit der vorliegenden Eigenschaftsebene nicht endgültig abgeschlossen. Eine zentrale Herausforderung bei der Entwicklung hybrider Leistungsbündel ist neben der systematischen Vorgehensweise die kontinuierliche Verbesserung und kundenspezifische Adaption des Leistungsbündels [3; 4; 32]. Dieser Herausforderung begegnet unser Vorgehensmodell durch das zyklische Vorgehen aus Anforderungserhebung, Anpassung der Merkmale des hybriden Leistungsbündels sowie Abgleich der Soll- und Ist-Eigenschaften. Insofern ist die Eigenschaftsebene in Abbildung 3 als Ergebnis eines ersten Erhebungszyklus zu interpretieren.

### 3.4 Synthese der Sach- und Dienstleistungsmerkmale

Im Rahmen der Synthese werden Soll-Eigenschaften durch die Festlegung von Merkmalen des Systems aus Sach- und Dienstleistungen realisiert. Innere Beziehungen zwischen Merkmalen bilden dabei die logischen Verknüpfungen und Abhängigkeiten zwischen Sach- und Dienstleistungskomponenten innerhalb des hybriden Leistungsbündels ab. Im Anschluss werden weitere Analyse-schritte durchgeführt, welche die Erfüllung von Soll-Eigenschaften durch die festgelegten Merkmale in Form von Relationen aufzeigen [32]. Beispielsweise resultiert die Festlegung auf Merkmalebene, dass eine Schnittstelle zum Geschäftsprozessmonitoring umgesetzt werden soll, in einer Relation zur Soll-Eigenschaft „Integration von Prozessen“, da die Soll-Eigenschaft durch die entsprechende Festlegung auf Merkmalebene erfüllt wird.

Im Vergleich zum in [32] konfigurierten Leistungsbündel ist die Entwicklung eines Leistungsbündels für den energieeffizienten Betrieb von Serverräumen und Rechenzentren auf Grund der inhärenten Vielschichtigkeit wesentlich komplexer. Daher wurde, basierend auf der Eigenschaftsebene, über Analogieschluss von existierenden Cockpitsystemen, ein Ordnungsrahmen für die Merkmalebene geschaffen, welcher Aufschluss über die Leistungsarten (Sachleistung in Form von Hard- oder Software, Dienstleistung etc.) zur Erfüllung der kundenseitig definierten Soll-Eigenschaften geben soll. In einem nächsten Schritt wurde festgestellt, dass trotz der Analogien keine exakten Vorbild- bzw. Vorgängerlösungen existieren, so dass zu Beginn der Synthese die Differenzen zwischen Soll- und Ist-Eigenschaften ( $\Delta P$  in Abbildung 1) mit den Soll-Eigenschaften gleichzusetzen sind.

Bei der Analyse der erhobenen Soll-Anforderungen auf der Eigenschaftsebene (vgl. Tabelle 2 und 4) wurde deutlich, dass insbesondere technische und organisatorische Aspekte der Softwareunterstützung des energieeffizienten Betriebs von IT-Infrastruktur mit Hilfe eines entsprechenden Cockpitsystems von den potenziellen Kunden als wichtig angesehen werden. Daher wurde bei der systematischen Entwicklung des Produktmodells zunächst hierauf



fokussiert, so dass für diese Softwareanforderungen konkrete Merkmale des Leistungsbündels festgelegt sowie deren Relationen zur Eigenschaftsebene definiert wurden (Abbildung 3).

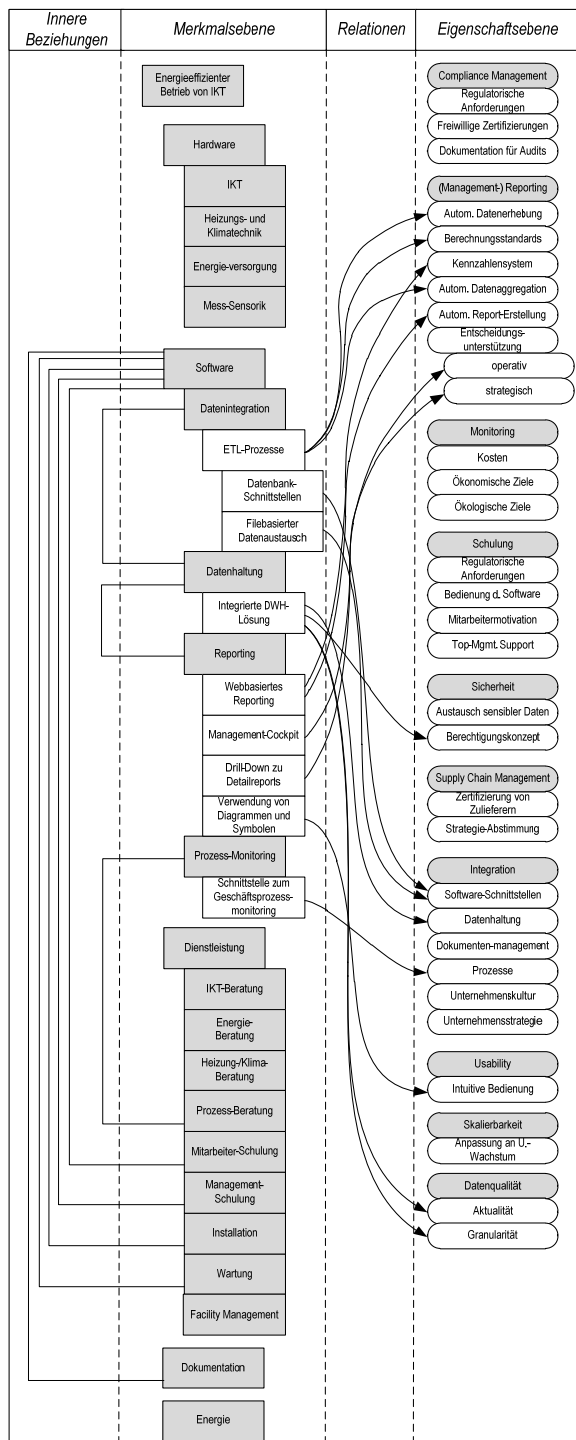


Abbildung 3. Merkmals- und Eigenschaftsebene des Produktmodells.

Durch diesen Fokus auf die softwarebezogene Leistungskomponente erfüllt die in Abbildung 3 vorgestellte Merkmalsebene noch nicht vollständig die von den Kunden erhobenen Anforderungen durch konkrete Merkmalsausprägungen. Dieses wird in weiteren Syntheseyklen durch eine Erweiterung des Fokus auf die übrigen Aspekte der Kundenanforderungen und ihrer Erfüllung durch Merkmalsausprägungen erreicht.

### 3.5 Analyse der Ist-Eigenschaften

Die Analyse der Ist-Eigenschaften ermöglicht die multiperspektivische Überprüfung der Erreichung der Gestaltungsziele [32; 34]. Bei dieser Analyse wurde u.a. deutlich, dass ein umfangreiches und kostenbehaftetes Data-Warehouse notwendig ist. Dieses resultiert aus der Komplexität der technischen Abbildung der geforderten Aktualität, Granularität, Integrationsgrad und Auswertbarkeit der zusammenzuführenden und zu ermittelnden Daten (Abbildung 3) [2].

Daher ergeben sich aus der Analyse der Ist-Eigenschaften auch technische Anforderungen an die Produktion und die Weiterentwicklung des Produktmodells in weiteren Synthese-Analyse-Durchgängen. Hieraus resultiert die nur kundenindividuell zu beantwortende Fragestellung, ob ein solches Data-Warehouse als Software-as-a-Service bezogen oder aber als Sachleistungskomponente bereitgestellt werden soll. Weiterhin ergibt sich aus der Vielzahl an der Erstellung des hybriden Leistungsbündels beteiligten Akteure und deren in den Soll-Eigenschaften postulierten Anforderungen, insbesondere in Bezug auf den Aufwand zur Nutzung, die Notwendigkeit eines webbasierten Management- und Beratungscockpits, damit der Zugriff auf die relevanten Informationen ohne proprietäre und aufwendig zu installierende Software erfolgen kann. Insofern können aus der Analyse der Ist-Eigenschaften auch wieder neue Differenzen ( $\Delta P$  in Abbildung 1) zwischen Soll- und Ist-Eigenschaften hervorgehen.

### 3.6 Produktion

Nach Abschluss der beschriebenen Synthese-Analyse-Abfolge wurde ein Entwurf des Management- und Beratungscockpits prototypisch umgesetzt. Abbildung 4 zeigt die Startseite des webbasierten Ansatzes, der den Zugriff ohne spezielle Software für sämtliche Akteure ermöglichen soll.

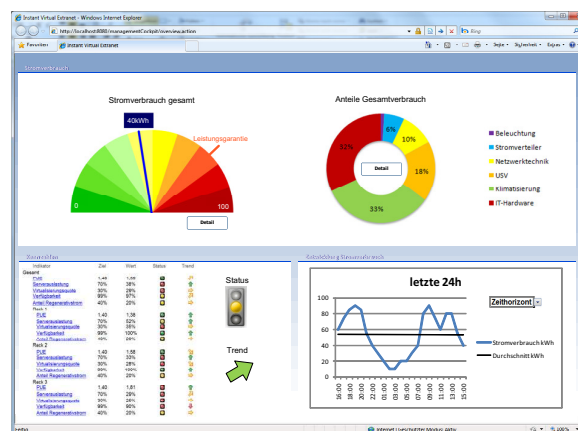


Abbildung 4. Management- und Beratungscockpit.



Im oberen Bereich gibt ein Tachometer Aufschluss über die aktuell zum Betrieb der IT-Infrastruktur benötigte Gesamtenergiemenge sowie die vom Energieversorger garantierte Maximalleistung. Weiterhin zeigt ein Kreisdiagramm auf, welche Anteile des Gesamtenergieverbrauchs für welche Infrastrukturkomponenten verwendet werden und erfüllt so die Anforderung an eine höhere Transparenz hinsichtlich der Energieverwendung.

Der untere Bereich ist zweigeteilt. Im unteren linken Bereich wird eine Kennzahlenübersicht angezeigt. Diese gibt Auskunft über den Energieverbrauch sowohl aus der Gesamtperspektive als auch bezogen auf einzelne Komponenten innerhalb eines Rechenzentrums oder Serverraums. Angefangen vom Energieverbrauch ganzer Server-Racks bis hin zu den aus Sicht der Green IT zentralen Kennzahlen wie Power Usage Effectiveness, Serverauslastungen, Virtualisierungsquoten etc. [11]. Durch Ampel-Symbole sowie Trend-Pfeile wird dabei zum einen eine Interpretationshilfe der dargestellten Kennzahlen gegeben, zum anderen wird auch die Entwicklung im Vergleich zur Vorperiode aufgezeigt. Auf der rechten Seite gibt ein Liniendiagramm darüber Aufschluss, welche Entwicklung der Stromverbrauch innerhalb eines vom Benutzer wählbaren Zeitintervalls genommen hat. Dadurch können tageszeitabhängige Verbrauchsmuster sowie eventuell aufgetretene Lastspitzen erkannt werden.

Das Management- und Beratungscockpit bietet somit eine konsolidierte Managementperspektive auf den Status und die Entwicklung der Energieeffizienz der IT-Infrastruktur. Durch die in allen drei Bereichen angedeutete Verlinkung auf Detailseiten ist eine tiefergehende Analyse der im Cockpit aggregiert dargestellten Sichtweise im Sinne eines „Drill-Down“ möglich.

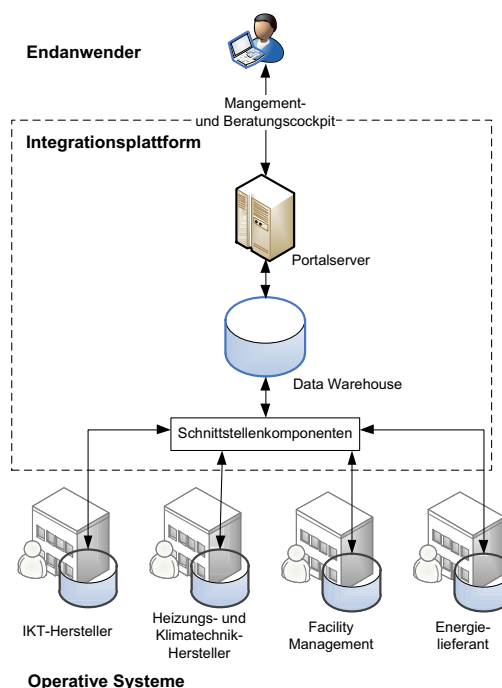
Das gezeigte Modell einer webbasierten Cockpitkomponente erfüllt die im Produktmodell auf der Merkmalsebene festgelegten Eigenschaften eines *webbasierten Reportings* in Form eines *Management-Cockpits*, welches den *Drill-Down zu Detailreports* ermöglicht und *Diagramme und Symbole zur Veranschaulichung* verwendet. Durch diese Merkmalsausprägungen werden die folgenden in Abbildung 3 durch Relationen verknüpften Soll-Eigenschaften erfüllt:

- Verwendung eines einheitlichen und durchdachten *Kennzahlensystems*.
- *Automatisierte* und damit weniger aufwendige *Report-erstellung*.
- *Intuitive Bedienung* und damit geringerer Aufwand im Bereich Schulung.
- *Strategische und operative Entscheidungsunterstützung*.

Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt aus der dem Management- und Beratungscockpit zugrundeliegenden IT-Architektur: Daten aus den operativen Systemen der zuvor isolierten Akteure (vgl. Abbildung 2) werden im zentralen Data Warehouse (DWH) über in Schnittstellenkomponenten eingebettete Datenextraktions-, Transformations- und Ladeprozesse (ETL-Prozesse) integriert und zur Verwendung im Reporting vorgehalten. Über das Internet können sowohl der Endanwender, welcher die IKT-Infrastruktur betreibt, als auch die beteiligten Hersteller und Dienstleister auf das Reporting zugreifen.

Die vorgeschlagene IT-Architektur erfüllt somit die im Produktmodell festgehaltenen Soll-Eigenschaften einer *integrierten*

*DWH-Lösung*, die über *ETL-Prozesse* die Grundlage für das zuvor beschriebene Management-Reporting bildet.



**Abbildung 5. Ausschnitt aus der IT-Architektur.**

Durch diese Merkmalsausprägungen werden analog zur Cockpitkomponente folgende Soll-Eigenschaften erfüllt:

- Implementierung einer weitestgehend *automatisierten Datenerhebung* und *Datenaggregation*, welche sich an *einheitliche Berechnungsstandards* hält.
- Realisierung von *Software-Schnittstellen* zu den operativen Systemen aller beteiligten Akteure sowie einer *integrierten Datenhaltung*, die eine hohe *Aktualität der Daten* sowie das simultane Vorhalten von Daten verschiedener *Granularitäten* ermöglicht.

## 4. EVALUATION UND DISKUSSION

Die Evaluation des konzipierten hybriden Leistungsbündels für die energieeffiziente Planung und Steuerung sowie den Betrieb von IT-Infrastruktur anhand der vorliegenden Umsetzung von Management- und Beratungscockpit sowie der IT-Architektur bildet den Abschluss des ersten Entwicklungszyklus [8; 15]. Bei der Evaluation wird besonderer Wert auf die Gewährleistung der Operationalisierbarkeit durch Quantifizierung der praktischen Relevanz der einzelnen Kundenanforderungen gelegt, bevor die weiteren Entwicklungsmöglichkeiten auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse diskutiert werden [15; 16].

Für die Evaluation wurde in einem ersten Schritt die Wichtigkeit der Kundenanforderungen auf Basis ihrer relativen Häufigkeiten bestimmt. Darauf aufbauend wurden diejenigen Kundenanforderungen identifiziert, welchen eine Wichtigkeit von mindestens 50% durch entsprechende Nennungen zugesprochen wurde. Das Ergebnis ist eine Liste der 8 Kundenanforderungen mit höchster

Priorität und damit Relevanz für die praktische Umsetzung des entwickelten hybriden Leistungsbündels.

Für jede dieser 8 Kundenanforderungen ist in Tabelle 5 angegeben, ob sie vollständig oder teilweise durch die vorliegende Konzeption erfüllt ist, und, wenn ja, ob die Erfüllung als direkt oder indirekt zu interpretieren ist.

**Tabelle 5. Evaluation auf Basis der Kundenanforderungen.**

<i>Kundenanforderung</i>	<i>Wichtigkeit</i>	<i>Erfüllung</i>	<i>direkt / indirekt</i>
Kennzahlen-Cockpit für Ableitung von effizienten Zielen und Maßnahmen im Rahmen des Umwelt-Controllings	75%	✓	direkt
Berücksichtigung der Dynamik regulatorischer Anforderungen sowie Etablierung der erforderlichen Informationsflüsse	75%	✓	indirekt und direkt
Automatische Generierung von Umweltberichten	75%	✓	direkt
Motivation der Mitarbeiter und Partner	62,5%	✓	indirekt
Einbindbarkeit von Hardware zur Erfassung feingranularer Verbrauchsdaten	62,5%	✓	direkt
Ablage von Verfahrensanweisungen, Arbeitsanweisungen, Sicherheitsblättern, Umwelterklärungen, (Lieferanten-)Zertifikaten	62,5%	–	–
Förderung/Gewährleistung des Top-Management-Supports	50%	(✓)	indirekt
Verfolgung einer einheitlichen Leitlinie/Strategie/Vision	50%	(✓) / –	indirekt

Die Kundenanforderung eines Kennzahlen-Cockpits wird im Rahmen des vorgestellten hybriden Leistungsbündels direkt durch das vorgestellte Management- und Beratungscockpit erfüllt. Die Anforderung der Berücksichtigung der Dynamik regulatorischer Anforderungen sowie die Etablierung der erforderlichen Informationsflüsse wird im Bereich der Informationsflüsse direkt im Rahmen der technischen und organisatorischen Konzeption unterstützt, während die Abbildung der regulatorischen Anforderungen immer nur mittelbar und reaktiv durch entsprechende Systemanpassungen erfolgen kann. Weiterhin erlaubt die vorgestellte Konzeption, insbesondere ihre IT-Architektur, die automatische Generierung von Umweltberichten sowie die Einbindung von Hardware zur Erfassung feingranularer Verbrauchsdaten über entsprechende Schnittstellen, so dass diese Anforderung als direkt durch das Leistungsbündel erfüllt angesehen werden kann.

Die Ablage von Dokumenten, wie Verfahrensanweisungen, Arbeitsanweisungen, Sicherheitsblättern, Umwelterklärungen oder (Lieferanten-)Zertifikaten, als typischerweise in Dokumentenmanagementsystemen abgebildete Funktionalität, wurde zunächst nicht in die Konzeption aufgenommen. Da Dokumentenmanagement vor dem Hintergrund unterschiedlicher rechtlicher Anforderungen je nach Branche stark divergierende Anforderungen hat, ist zukünftig die Spezifikation eines in Abhängigkeit von der Branche konfigurierbaren Produktmodells eine mögliche Lösungsstrategie. Dazu müssten jedoch die jeweiligen rechtlichen Anforderungen an das Dokumentenmanagement näher erhoben und untersucht werden. Die Verfolgung einer einheitlichen Leitlinie, Strategie oder Vision schließlich kann nur indirekt unterstützt werden, da IT und auch externe Dienstleistungen als Werkzeug zur Umsetzung von Strategien anzusehen sind [12]. Durch die Verbesserung der Informationsflüsse unter den beteiligten Akteuren wird zwar die Festlegung einer einheitlichen Leitlinie, Strategie oder Vision erleichtert, die Anforderung selbst kann jedoch nicht durch eine reine Werkzeugunterstützung erfüllt werden. Diese Anforderung kann aber in zukünftigen Produktmodellen, bei denen nicht auf die Softwarekomponente fokussiert wird, durch eine Dienstleistung in Form einer Strategieberatung noch besser erfüllt werden. Die Förderung/Gewährleistung des Top-Management-Supports kann als erfüllt angesehen werden, da durch die Konzeption des Management- und Beratungscockpits als nutzerfreundliche Webanwendung die Management-Akzeptanz positiv beeinflusst wird.

Ergänzend ist festzustellen, dass die Kundenanforderungen mit der höchsten Wichtigkeit – abgesehen vom Dokumentenmanagement – vollumfänglich als im Produktmodell umgesetzt anzusehen sind. In einem weiteren Durchlauf des Entwicklungszyklus ist daher zu hinterfragen, ob die Kundenanforderungen mit geringerer Wichtigkeit als allgemeingültig oder aber nur als kundenindividuell zu berücksichtigende Konfigurationsparameter anzusehen sind.

Durch die Umsetzung der vorgestellten Teile des hybriden Leistungsbündels mit hoher Wichtigkeit aus Kundensicht kann die Wertschöpfungskette für die Planung, Steuerung und den Betrieb einer energieeffizienten IT-Infrastruktur nachhaltig verändert werden. War die in Abbildung 2 dargestellte Ausgangssituation noch gekennzeichnet durch isolierte Anbieter, Insellösungen und ineffiziente Koordination zwischen den beteiligten Akteuren, ergibt sich durch die konsequente Umsetzung ergänzender Sach- und Dienstleistungskomponenten eine Win-Win-Situation für alle beteiligten Akteure.

Die Akteure können sich auf ihre jeweiligen Kernkompetenzen fokussieren, während die integrierte Plattform, auf der das zuvor beschriebene Management-Cockpit aufsetzt, die Transparenz über den Energieeinsatz und die Energieeffizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette herstellt. Dabei wird auch der Problematik des Rückflusses von Kundenanforderungen und Kundenfeedbacks zu den einzelnen Herstellern bzw. Dienstleistern Rechnung getragen.

Aus Sicht der Autoren ergibt sich ein neues Geschäftsmodell für einen weiteren beteiligten Akteur in Form eines neuen hybriden Anbieters: Der hybride Anbieter tritt gegenüber den Endkunden als unabhängiger Berater und Vermittler der einzelnen Sach- und Dienstleistungen auf (Abbildung 6). Darüber bringt er für die Unternehmen, deren Kerngeschäft nicht innerhalb der IT-Branche liegt, die notwendige Fachkompetenz mit, um die für den Einzelfall geeigneten Hersteller und Dienstleistungsanbieter auszuwählen. Dabei nutzt er das vorgestellte Management- und Beratungscockpit. Der hybride Anbieter sammelt zudem von den IT-Infrastruktur-Nutzern Feedback über die Qualität der erhaltenen Sach- und Dienstleistungen, kanalisiert diese und stellt somit den Rückkanal für Qualitätsfeedback sowie neue bzw. geänderte Kundenanforderungen her und zieht einen geeigneten Betreiber für die Integrationsplattform hinzu. Insbesondere kann dieser Anbieter auf die sich verändernden regulatorischen Anforderungen proaktiv reagieren und seinen Kunden angepasste Lösungen

automatisch zukommen lassen und so den Erfüllungsgrad der Kundenanforderungen weiter verbessern.

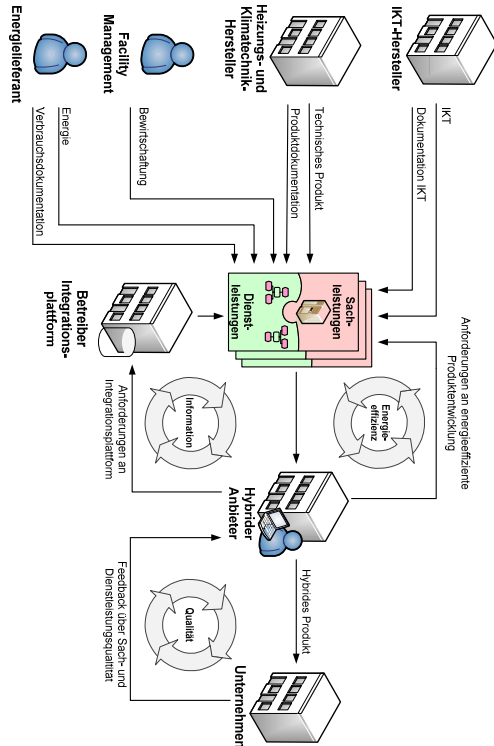


Abbildung 6: Durch das hybride Leistungsbündel transformierte Wertschöpfungskette.

## 5. FAZIT UND AUSBLICK

Im Rahmen dieses Beitrags wurde der Synthese-Analyse-Zyklus eines systematischen Vorgehens zur Entwicklung eines hybriden Leistungsbündels für den energieeffizienten Betrieb von IT-Infrastruktur durchlaufen. Getrieben von den Kundenanforderungen wurde, auf Grund der hohen Komplexität der Problemstellung auf die Reporting-Komponente fokussiert, ein Produktmodell für das hybride Leistungsbündel erstellt und in Form des Management-Cockpits samt zugrundeliegender IT-Architektur mit der Umsetzung der Softwarekomponente des Leistungsbündels begonnen. Weiterhin wurde ein Anwendungsszenario für die Erbringung des Leistungsbündels unter Einbeziehung eines hybriden Anbieters zur Vermittlung zwischen Endkunden sowie Herstellern und Dienstleistern aufgezeigt. Durch die Einführung des vorgestellten Ansatzes kann die Wertschöpfungskette für energieeffiziente IT-Infrastruktur nachhaltig verändert werden.

Um das Produktmodell und damit das Wissen über die Kundenanforderungen sowie die Spezifikation des hybriden Leistungsbündels im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses weiter zu vervollständigen und zu konkretisieren, müssen weitere Zyklen des Vorgehensmodells durchlaufen werden, bis die Kundenanforderungen vollständig erhoben und die Differenzen zwischen Soll- und Ist-Eigenschaften hinreichend klein sind. In den

folgenden Zyklen sollten weitere quantitative Verfahren zum Einsatz kommen, um die Gewichtungen und damit die Prioritäten bei der Umsetzung der Kundenanforderungen festzulegen. In Kombination mit Kostenschätzungen für die Umsetzung einzelner Anforderungen, können auf Basis der Anforderungspriorisierungen so auch qualifizierte Entscheidungen darüber getroffen werden, welche Kundenanforderungen unter Kosten-/Nutzen-Aspekten im finalen hybriden Leistungsbündel Berücksichtigung finden sollten und gleichzeitig die Basis für eine Rentabilitätsbetrachtung legen.

Gleichzeitig wirft die Transformation der Wertschöpfungskette neue Forschungsfragen im Hinblick auf das vorgestellte hybride Leistungsbündel auf: Dies ist zum einen die Gestaltung der Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Akteuren. Diese erfordert nicht nur Transparenz, sondern auch das notwendige Vertrauen zur Zusammenarbeit. Der Aufbau von Vertrauen ist in den ingenieurmäßig vorgehenden Entwicklungsmethodiken bislang nur sehr eingeschränkt oder gar nicht abgebildet, da diese die Entwicklungsaufgabe stark betonen. Zum anderen ist für die Übertragung in die Praxis zu berücksichtigen, dass Rechenzentrumsbetreiber in Form börsennotierter Unternehmen auf Grund des Kapitalmarktdrucks kurzfristige Erfolge anstreben und womöglich nicht bereit sind, in die vorgestellte Integrationslösung zu investieren. Die Wirtschaftlichkeit des Ansatzes ist somit im Rahmen zukünftiger Forschung näher zu untersuchen.

## 6. LITERATUR

- [1] Ahrens, G. 2000. Das Erfassen und Handhaben von Produktanforderungen. TU Berlin, Berlin.
- [2] Baars, H., and Kemper, H.-G. 2008. Management Support with Structured and Unstructured Data - An Integrated Business Intelligence Framework. *Information Systems Management* 25 (2), 132-148.
- [3] Backhaus, K., Becker, J., Beverungen, D., Frohs, M., Knackstedt, R., Müller, O. et al. 2010. *Vermarktung hybrider Leistungsbündel - Das ServPay-Konzept*. Springer, Berlin.
- [4] Becker, J., Beverungen, D., and Knackstedt, R. 2010. The challenge of conceptual modeling for product-service systems: status-quo and perspectives for reference models and modeling languages. *Information Systems and e-Business Management* 8 (1), 33-66.
- [5] Böhm, T., Langer, P., and Schermann, M. 2008. Systematische Überführung von kundenspezifischen IT-Lösungen in integrierte Produkt-Dienstleistungsbausteine mit der SCORE-Methode. *Wirtschaftsinformatik* 50 (3), 196-207.
- [6] Botta, C. 2007. *Rahmenkonzept zur Entwicklung von Product-Service Systems : Product-Service Systems Engineering*. Eul, Lohmar.
- [7] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2009. *Stuttgarter Erklärung - Vernetzt die digitale Zukunft gestalten*.
- [8] Carlsson, S. A., Henningsson, S., Hrstinski, S., und Keller, C. 2009. An approach for designing management support systems: the design science research process and its outcomes. In *Philadelphia, Pennsylvania*, 1-10.
- [9] Deutsche Energie-Agentur (dena) 2009. *Green IT: Potenzial für die Zukunft* Berlin.

- [10] El-Gayar, O., and Fritz, B. D. 2006. Environmental Management Information Systems for Sustainable Development - A Conceptual Overview. *Communications of the AIS* 17, Paper 34.
- [11] Erek, K., Schmidt, N.-H., Zarnekow, R., und Kolbe, L. M. 2009. Sustainability in Information Systems: Assortment of Current Practices in IS Organizations. In *AMCIS 2009 Proceedings*, Paper 123.
- [12] Farhoomand, A. 2005. *Managing (e)business transformation*. Palgrave Macmillan, Basingstoke.
- [13] Gartner Inc.; 2009. Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technologies for 2010. Available at: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1210613>
- [14] Gräßle, M., Thomas, O., Fellmann, M., and Krumeich, J. 2010. Vorgehensmodelle des Product-Service Systems Engineering. In *Integration von Produkt & Dienstleistung - Hybride Wertschöpfung* - T. Böhm and J. M. Leimeister, Ed. Books on Demand GmbH, Norderstedt, 31-42.
- [15] Hevner, A. R. 2007. The Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems* 19 (2), 87-92.
- [16] Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., and Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28 (1), 75-105.
- [17] Hintemann, R., and Pfahl, S. 2008. *Energieeffizienz im Rechenzentrum : Ein Leitfaden zur Planung, zur Modernisierung und zum Betrieb von Rechenzentren*. BITKOM, Berlin.
- [18] Mayerhofer, W. 2009. Das Fokusgruppeninterview. In *Qualitative Marktforschung* R. Buber and H. H. Holzmüller, Ed. Gabler, Wiesbaden, 477-490.
- [19] McBrayne, C. 2007. 'Green IT' - the next burning issue for business. IBM Global Technology Services, London.
- [20] Meffert, H., and Bruhn, M. 2009. *Dienstleistungsmarketing*. 6. Aufl., Gabler, Wiesbaden.
- [21] Meffert, H., Burmann, C., and Kirchgeorg, M. 2008. *Marketing*. 10. Aufl., Gabler, Wiesbaden.
- [22] Melville, N. P. 2010. Information Systems Innovation for Environmental Sustainability. *MIS Quarterly* 34 (1), 1-21.
- [23] Mieg, H. A., and Brunner, B. 2001. *Experteninterviews - Eine Einführung und Anleitung* (Rep. No. 6). Zürich, ETH Zürich.
- [24] Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D., Kremer, H. et al. 2010. Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. H. Österle, R. Winter, and W. Brenner, Ed. 1-11.
- [25] Österle, H., and Otto, B. 2010. Konsortialforschung - Eine Methode für die Zusammenarbeit von Forschung und Praxis in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatikforschung. *Wirtschaftsinformatik*, 273-285.
- [26] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., and Grote, K. H. 2007. *Konstruktionslehre*. 7. Aufl., Springer, Berlin.
- [27] Pfleeger, S. L., and Atlee, J. M. 2010. *Software engineering : theory and practice*. 4th ed. Aufl., Prentice Hall, Upper Saddle River N.J..
- [28] Prell, M. 2010. Die Vergaberechtsreform 2009/2010 – neue Perspektiven der öffentlichen Beschaffung bei Green IT. *Information Management & Consulting* 25 (2), 90-93.
- [29] Sadek, T., and Köster, M. 2010. Conceptual Development of Industrial Product-Service Systems. *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures Special Issue Service Systems Modelling* (forthcoming).
- [30] Schmidt, N.-H., Erek, K., Kolbe, L. M., und Zarnekow, R. 2010. Predictors of Green IT Adoption: Implications from an Empirical Investigation. In *AMCIS 2010 Proceedings* Paper 367.
- [31] Statistisches Bundesamt 2008. *Klassifikation der Wirtschaftszweige*. Wiesbaden.
- [32] Steinbach, M., Botta, C., and Weber, C. 2005. Integrierte Entwicklung von Product-Service Systems. *wt - Werkstattstechnik online* 95 (7/8), 546-553.
- [33] Teuteberg, F., und Staßenburg, J. 2009. State of the art and future research in Environmental Management Information Systems - a systematic literature review. In *Information Technologies in Environmental Engineering I*. Athanasiadis, Hrsg. Springer, Berlin, 64-77.
- [34] Thomas, O., Walter, P., and Loos, P. 2008. Product-Service Systems: Konstruktion und Anwendung einer Entwicklungsmethodik. *Wirtschaftsinformatik* 50 (3), 208-219.
- [35] Valentine, S. V. 2010. A STEP toward understanding wind power development policy barriers in advanced economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (9), 2796-2807.
- [36] Watson, R. T. 2010. Information Systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *MIS Quarterly* 34 (1), 23-38.
- [37] Weber, C., Steinbach, M., Botta, C., and Deubel, T. 2004. Modelling of Product-Service Systems (PSS) - Based on the PDD Approach. In *Design 2004 : Proceedings of the 8th International Design Conference, Dubrovnik/Croatia, 18.-21.05.2004* D. Marjanovic, Ed. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Zagreb, 547-554.

# The impact of data quality and analytical capabilities on planning performance: insights from the automotive industry

Johannes Warth  
EBS Business School  
Söhnleinstrasse 8F  
65201 Wiesbaden  
+49 611 7102 2183

johannes.warth@ebs.edu

Gernot Kaiser  
EBS Business School  
Söhnleinstrasse 8F  
65201 Wiesbaden  
+49 611 7102 2140

gernot.kaiser@ebs.edu

Maurice Kügler  
EBS Business School  
Söhnleinstrasse 8D  
65201 Wiesbaden  
+49 611 7102 2144

maurice.kuegler@ebs.edu

## ABSTRACT

Conventional wisdom suggests that data quality plays a central role for compiling valid and reliable plans to make the right decisions. At the same time, it is acknowledged that planning processes are both data and knowledge intensive and characterized by the human-computer interface. However, there are limited academic investigations on how data quality and analytical capabilities simultaneously impact planning performance. Drawing on the conceptual approach of business analytics, we introduce the notion of analytical capabilities, which is operationalized through three distinct resources: IT-usability, user competence, and analytical execution. To assess the impact of data quality and analytical capabilities on planning performance, we develop a structural equation model, which is then tested using data from the automotive industry. Our results suggest that analytical capabilities are a significant mediator for the effect of data quality on planning performance.

## General Terms

Management, Measurement, Performance, Human Factors

## Keywords

Data quality, analytical capabilities, corporate planning, business analytics, German automotive industry

## 1. INTRODUCTION

Ever since the early 1990s, nearly all industries have attempted to establish lean value chain processes that allow for a flexible and fast reaction to changing demand patterns. Just-in-time purchasing initiatives, outsourcing of noncore activities, and the transition from a Build-to-Stock (BTS) to a Build-to-Order (BTO) production environment are just a few examples that document the unbowed striving for highly flexible processes [41].

Additionally, industries oftentimes react to these changing

customers needs with an increasing product differentiation and shortenings of product life cycles. For firms to survive in this market environment, the fast adaption to changing demand patterns turns into a key element of their day-to-day operations [3].

A main challenge for management in such an unstable environment is the decision making process [25]. Management needs to be put in the position to quickly decide among several alternative actions [24]. One key aspect regarding decision support is the corporate planning activity [10], which in turn is dependent on the information<sup>1</sup> that it is built upon [24]. The main purpose of planning is to assist in elaborating the better choice among different action alternatives [32]. Due to the size of the problem boundaries (e.g. thousands of products, hundreds of regions, and tens of facilities) and the resulting vast amount of data that needs to be processed, the complexity of planning tasks is substantial [59].

Thereby, Information System (IS) support is vital for a company's decision making by means of reducing costs (e.g. planning costs, procurement costs, or set up costs) and/or realizing benefits (e.g. more accurate information leading to increased decision quality) for the company [11, 36, 58]. The importance of IS for corporate planning is reflected by the approach of fact-based<sup>2</sup> planning [46, 52, 58], which has received legitimate interest over the past few years [63]. Following Davenport, we refer to fact-based planning as the corporate planning activity of a company that is based on hard facts, i.e. on data that is correct, relevant, complete, and accessible to the according decision maker in a timely manner [19]. Thus, corporate planning is closely linked to the data that it is based on.

---

<sup>1</sup> We will not launch a discussion on the distinction between data and information at this point. Instead, since the terms *data* and *information* are often used synonymously [42, 45], we will use them interchangeably in this paper as well. For a general discussion concerning data and information see [29].

<sup>2</sup> Following [52], we will treat the terms *fact-based* and *data-driven* synonymously in this paper.

Previous research has emphasized the relevance of data and its usage for corporate planning processes [30, 59]. As corporate planning is data-intensive and characterized by the insightful analysis of the data available, we state that both the data and the analytical dimension have to be addressed when aiming at the identification of planning performance drivers. For the analytical dimension we draw upon the concept of business analytics [9, 58] and derive the notion of analytical capabilities. In a nutshell, we aim at answering the question as to what extent data quality and analytical capabilities impact planning performance.

To address this research question, we briefly review selected literature that touches upon data quality in the context of planning processes in section two. In section three, we introduce the notion of analytical capabilities which builds on Barney's resource-based view (RBV) [5]. The model is then tested by an empirical study conducted in the automotive industry. After explaining both the sampling and data collection procedure and applied measures we will describe the research results. The paper concludes with a brief discussion section and selected implications.

## 2. LITERATURE REVIEW

There have been numerous research endeavours that empirically assessed the impact of corporate planning on company's performance. West and Olson, for instance, conducted an empirical study that proved a positive relationship between planning and firm's performance [65].

One of the most critical success factors corporate planners are faced with when aiming at an improved planning performance is that of data [32]. The concept of *data quality* has been defined diversely in literature. Ballou and Pazer divide data quality into different dimensions: accuracy, timeliness, completeness and consistency [4]. In accordance with Ballou and Pazer [4], Wang and Strong argue that data consumers have a broad data quality conceptualization that goes beyond the dimension of data accuracy [62]. Consequently, they developed a framework for organizing data quality dimensions.

In their attempt to measure the effectiveness of planning, Dyson and Foster argue that insufficient data results in unnecessary approximation or complete gaps within the planning process [23]. Other research endeavours have conceptualized and shown that effective planning partially depends on the quality of data and the degree to which it is shared between buyer and supplier firms. Carter and Narasimhan, for instance, predicted that supply management will be more and more characterized by the need for electronic interchange of product and process data [12]. Petersen, Ragatz, and Monczka empirically showed that effective planning processes such as capacity planning, forecasting and inventory positioning are dependent on the quality of data shared between firms [44]. Smunt and Watts demonstrate that detailed production data can be used to predict learning effects, which in turn result in better short-term capacity plans [53].

In spite of the recognition of its relevance for planning processes, data quality remains a major issue on the path to business optimization. Haug et al. analyzed data quality in three Danish corporations and concluded that all three companies face major data quality problems [29]. Vayghan et al. argue that decentralized data management approaches and heterogeneous system architecture, which result in data silos, are the key drivers of poor data quality [60]. In general, researchers estimate that probably 90 per cent of a company's data is not yet explored to its fullest potential and the average employee spends between 15 and 35 per cent of his/her working time on the search for information [9].

In order to leverage the full potential of the company data there is an urgent need for the application of analytical tools that support corporate planners to extract insightful information from its data bases. Both science and several companies such as Harrah's Entertainment or Wal Mart have embossed the term *business analytics*, which describes the extensive use of data as well as statistical and quantitative analyses to provide a solid informational basis for comprising valid and reliable plans and decisions [20]. Business analytics (BA) can be defined as the application of various analytic techniques to data in order to answer questions or solve problems in an organizational setting [9]. Thereby, business analytics is not a technology but a group of approaches, organizational procedures, and analytical tools used in combination with one another to gain information, analyze that information, and predict outcomes of problem solutions [58].

## 3. ANALYTICAL CAPABILITIES AND DEVELOPMENT OF RESEARCH MODEL

### 3.1 Analytical capabilities

Rooted in the resource-based view of the firm [5, 39, 61], the IS literature has developed and conceptualized the notion of information technology (IT) capabilities [49, 57] (see [43] for a comprehensive overview). According to Bharadwaj, an IT capability is a firm's ability to acquire, deploy, and leverage its IT resources to shape and support its value chain activities [8]. Thereby, IT capabilities not only refer to the technological infrastructure a company can resort to, but also to the IT competency of its employees [8, 39, 57]. The underlying idea is that various IT- and competence-related resources combine to form analytical capabilities that are valuable, rare, non-imitable, and non-substitutable, thus enhancing the firm's potential to gain competitive advantages [40, 61].

We define analytical capabilities as the organizations ability to consolidate, analyze, and leverage its data resources to support its corporate planning and its decision making activities (in allusion to Mata et al. [39]). Addressing the link between data, user competence, and the usability of IT systems, analytical capabilities form a complex and multi-dimensional construct. In the following, three IT- and competence-related resources will be described that form

the notion of analytical capabilities according to our conceptualization: User competence, IT-usability, and analytical execution.

The substantial time spent on the search for information partially results from the fact that business user's competence in screening data bases and performing complex analyses is less developed than the competence of employees proceeding from the IT department. This fact suggests that BA requires more than mere data access and technological tools [66]. An important aspect often not reflected appropriately in BA research and implementation [37] is the user of the system [1, 13, 27, 28]: professionals using the system need to know what data is available to them and how to make use of that data [21]. In line with literature [47], we refer to this phenomenon as user competence. Following Marcolin et al. we define user competence as the user's ability to effectively deploy IT functionalities to the highest possible extent in order to maximize performance of a certain job task [38]. The importance of having IT-competent business managers for establishing a close cooperation between business units and the IT department has been demonstrated empirically by Bassellier et al. [6]. Clark et al. postulate the particular relevancy of the capability to exploit, absorb, and utilize information in the context of systems designed to support managerial decision making [16]. Due to its substantial importance for an organization's BA, we incorporate the user competence construct into our conception of analytical capabilities.

**Table 1: Construct definitions**

Construct	Definition	Based on
User competence	The user's ability to effectively deploy IT functionalities to the highest possible extent in order to maximize performance of a certain job task	[38]
Data quality	The degree to which data are fit for use by data consumers.	[62]
IT-usability	The capability of IT systems to be used by humans easily and effectively	[51]
Analytical execution	The degree to which analytical own methods and tools are applied in definition practice	
Planning performance	The validity and reliability of planning results in the course of time	[59]

IT researchers agree that the impact of IT resources on corporate performance depends on the actual usage of these resources, while there are ambiguous findings regarding the effects of IT resources and capabilities on firm's performance [39]. In turn, the actual usage of IT resources is contingent upon the capability of these resources to be used by humans. The International Organization for Standardization (ISO) defines usability as "...the extent to which a product can be used by specified users to achieve

specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use..." [33]. A more IT-specific definition of usability is provided by Shackel who defines IT-usability as the capability of IT systems to be used by humans easily and effectively [51].

We argue that the usage of analytical tools and methods portrays a central element of analytical capabilities. Most commonly used analytical tools comprise a wide range of applications, such as neural networks to anticipate decisions, fuzzy logics, predictive modeling, data mining, and text and web mining. Bose provides a comprehensive overview of analytical methods [9]. Yet, we state the critical success factor is not the availability of analytical tools, but the frequent deployment of analytical tools in order to gain relevant information from distributed data sources. Hence, we further introduce the construct of *analytical execution*, which we define as the degree to which analytical methods and tools are applied in practice.

Together with the concept of data quality and planning performance, we draw on the notion of user competence, IT-usability and analytical execution to elaborate the research model in the next section. Table 1 summarizes the constructs and their definitions.

### 3.2 Research model and hypotheses

Prior research demonstrates that an insightful data analysis and a seamless planning process are dependent on the ascertainment of the right data and the holistic integration of variable data sources [12, 23, 35, 53, 59]. In line with this literature, we expect data quality to have a positive impact on planning performance and therefore hypothesize:

*H1a. Higher levels of data quality result in higher levels of planning performance*

As previously stated, IT-usability helps to identify, classify and intelligently analyze data that is stored in various systems across the firm [30]. The content of the user interface is an important measurement dimension when assessing IT-usability [31]. In their study on interactive design and evaluation of entertaining web experiences, Karat et al., for example, ask the participating users about their attitudes towards the content of the interface [34]. Particularly a high degree of data accessibility, which is acknowledged to be a key data quality dimension, can contribute to a more easy-to-use interface [62]. Consolidating customer data from different sources like call centers or online customer portals potentially increases the ease-of-use, as corporate planners do not have to use different systems that are designed against the background of distinct, functional-specific objectives. We therefore hypothesize data quality to have a direct positive impact on IT-usability.

*H1b. Higher levels of data quality result in higher levels of IT-usability*

Unlike employees proceeding from the IT department, business end-users are in general less skilled in complex analytical methods and thus oftentimes not well versed in

the deployment of advanced analytical methods [9]. In many organizations, the analytical skill requirements are comparatively demanding, which leads to a call for more easy-to-use system interfaces [9]. Due to the fact that IT-usability is the central enabler of an enterprise-wide data analysis, it supports business end-users to execute data analysis on a more frequent basis [30]. Consequently, we hypothesize IT-usability to impact analytical execution.

*H2a. Higher levels of IT-usability result in higher levels of practicability of analytical executions*

In the context of analytical executions, one of the most dominating problems organizations are faced with is a lack of in-house skills required to make optimal use of technology in order to conduct insightful analysis [20]. According to Bose, the hiring of business analyst experts is of paramount importance when it comes to the implementation of analytical executions [9]. Consequently, we hypothesize:

*H3. Higher levels of user competence result in higher levels of practicability of analytical executions*

Today's information technology offers a broad spectrum of customized analytical applications and methods, ranging from forecasting support applications to data mining techniques. Since information is stored in different systems and formats, a wide range of different analytical applications has to be used in order to gain a complete picture of the data available within the organization. Oftentimes the distinct applications feature potential for complementarities. The systematic screening of stored data (data mining), for instance, is logically complemented by text mining techniques. Both taken together, they provide a more accurate picture of the available data in different sources leading to a fact-based picture of the firm's operational status quo, on which planning processes are based. Consequently, we argue that the practicability of analyses positively affects the validity and reliability of planning results.

*H4. Higher levels of practicability of analytical executions result in higher levels of planning performance*

The construct of IT-usability, besides others, refers to the planning options that are included in the information systems supporting the BA activity. Thereby, the planning options feature both a temporal distinction (short-, medium-, and long-term) and a typological differentiation (e.g. simultaneous and/or successive planning). Furthermore, the planning options can be classified with respect to the number of planners that use them with the purpose of compiling collaborative plans. In line with Van Landeghem and Vanmaele [59] we argue that planning performance is partially dependent on the re-planning frequency. The more planning options are available and the more planners resort to these options, the higher the validity and reliability of planning results. Thus, we argue that IT-usability has a positive impact on planning performance.

*H2b. Higher levels of IT-usability result in higher levels of planning performance*

The proposed research model is shown in Figure 1.

## 4. METHODOLOGY

The following section deals with the procedure of sampling and data collection. Before addressing the results in greater depth, the measures applied to the research model will be presented and analyzed against the background of validity and reliability.

### 4.1 Instrument development

For the development of the instrument (a survey questionnaire) we used the guidelines and examples provided in the general IS literature (e.g. [50, 56]). The measures were developed on the basis of an extensive literature review following the recommendations of Webster and Watson [64] to obtain measures that adequately reflect the belonging constructs and have minimal overlap among constructs. Since the measures were firstly developed in the context of this study, content validity was assessed. First, items were generated and evaluated independently by each of the researchers. In a second step, each construct and its according items were discussed in joint meetings. This resulted in an agreed set of measures per construct. Following the advice of Cronbach, an expert panel was conducted by means of a workshop with two academics and two practitioners [17]. This expert panel feedback helped us in refining existing measures [56]. By following this approach for the selection and development of the initial set of items, a high degree of content validity was achieved. The measures of the instrument were designed to be formative [22] and reflective [15].

After the first draft of the instrument was developed, a pre-test with researchers in the IS field and with industry representatives was carried out. We kindly asked the participants for comments and suggestions on the measures as well as on the instructions of the questionnaire itself. On the basis of this instrument evaluation, the instrument was altered slightly. The resulting set of items was then included in the final instrument. The items were measured using a 5-point Likert-type scale where respondents were asked to state to what extent they agreed or disagreed with the given statements.

### 4.2 Sampling and data collection

The target group of the survey at hand was the automotive industry, addressing both Original Equipment Manufacturers (OEMs) and 1st and 2nd-tier suppliers located in Germany. The automotive industry was selected because of its highly competitive and lean business environment, requiring short-term planning and adaptive operations structures. Even though there was no specific business unit focus, it was decided to exclude IT professionals from the study, since business users who are responsible for planning activities were in the centre of the study at hand. Moreover, a revenue threshold of EUR 15 million was set in order to exclude small niche players that feature centralized and single-layer planning processes.



The automotive companies addressed were randomly selected from the German Association of the Automotive Industry (VDA). In total, a sample of 1,200 was chosen. The questionnaire was sent both via mail and via electronic mail to automobile managers in charge of planning procedures. In total, an overall return rate of 5.25% was achieved. Of the total sample size, approximately 60% of the participants worked for OEMs while the remaining 40% were managers responsible for planning in large and medium-sized automotive suppliers. The list of participants consistently features extensive professional experience, with over 60% having a minimum of ten years of experience in the automotive sector. Regarding the departmental representation, the panel covers a broad spectrum of different departments, ranging from logistics and procurement to strategy and marketing.

To account for non-response bias, the test developed by marketing researchers Armstrong and Overton was applied [2]. According to this technique, responses of early and late respondents should be compared, assuming that late respondents inherit similar characteristics as non-respondents. In case of substantial differences between both groups, the presence of non-response bias is likely. For the research at hand, some respondents sent the questionnaire back within a period of four weeks after the roll-out. These respondents were designated as non-hesitant respondents. In contrast, most automotive managers were contacted at least twice before they participated in the study. Hence, the latter ones were designated as late respondents. As a result of the comparison of both participant groups, no substantial differences between non-hesitant respondents and late respondents was observable.

As a measurement for sample representativeness, we compared the average annual sales volumes of the respondent firms with the average sales volumes of all members of the German Association of the Automotive Industry for the year 2008. While industry average amounts to approximately 541 million EUR, the sample size features an average sales volume of 577 million EUR, exceeding the industry average by 6.73 per cent. Hence we can presume that the non-response had no significant influence on the results of the paper at hand and that the panel represents the German automotive industry adequately.

### 4.3 Measures

All five constructs introduced in chapter three are latent variables requiring indirect measurement [15]. In the following, the measures of each construct will be explained briefly.

The notion of planning performance in the context of analytical capabilities has not been addressed empirically in previous research, resulting in an explorative operationalization approach. Yet, the concept of planning robustness, which refers to the validity of plans in the course of time and in the event of demand pattern changes, has been proposed in literature as a means to express planning performance [59]. Sridharan and Berry support this view when arguing that an increase in re-planning frequency

decreases the planning stability and should therefore be obviated [55]. Another dimension of planning performance refers to the timeliness of the planning results. The statement Ewing made almost four decades ago: "The utterly essential dimension of planning is time." [26, p. 439] is even more valid in today's flexible and uncertain business environment than ever before. Thus, we regard the timely availability of planning outcomes to the according decision maker (planning timeliness) as crucial for effectively conducting corporate planning [18] and thereby apply planning timeliness as an indicator of planning performance. Additionally, an important aspect of corporate planning is the usability of planning outcomes, i.e., the question whether the planning outcomes are indeed being utilized in decision making by the according executive. Consequently, planning performance features three distinct measurement dimensions: (1) planning robustness, (2) planning timeliness, and (3) usability of planning outcomes.

By conducting a 2-stage survey, Wang and Strong developed a conceptual framework to capture major data quality dimensions [62]. They identified the following four main quality dimensions: (1) intrinsic data quality (2) contextual data quality (3) representational data quality and (4) accessibility data quality. Batini et al. [7] define a basic set of data quality dimensions which includes accuracy, completeness, consistency, and timeliness. In line with Wang and Strong [62] and Batini et al. [7], we utilize the following dimensions in order to measure data quality: (1) data accessibility, (2) data completeness, (3) data timeliness, (4) data reliability, (5) data consistency, and (6) data accuracy.

Given the fact that the construct of analytical execution has not been measured in previous research, we draw on rather general business intelligence-(BI) literature to derive appropriate measures for this construct in an explorative manner. According to Kohavi et al. [35], current analytical execution systems are characterized by a long cycle time, where the cycle time is defined as the time it takes a business user to ascertain, integrate, and evaluate data for better decision making. For the conduction of short-term planning processes, reducing cycle-time is considered to be a prerequisite. We therefore distinguish the short-term practicability of analysis from the general practicability of analysis for measuring analytical execution. Additionally, the dimension of analysis robustness is taken into account.

The question as how to measure usability is a central question in user interface evaluation. The difficulties of elaborating valid measures primarily results from the fact that usability is a psychological construct [31]. Hornbaek classifies usability measures along three outcome-oriented dimensions [31]: (1) effectiveness (2) efficiency and (3) satisfaction. Since the outcome of usability measures is reflected through the endogenous construct of planning performance in our model and given the fact that exogenous constructs are measured in a reflective manner due to lacking validation criteria, we utilize three reflective usability measures: (1) ease-of-use, (2) transparency of data base, and (3) planning options. The measures applied refer

to the usability of IT systems that were designed for analysis by business users.

According to Marcolin et al., user competence can legitimately be operationalized and measured in a number of ways [38]. In the field of IS research, previous studies have addressed the importance of a user being informed about IT assets and opportunities [6, 13, 57]. Previous research has highlighted that many professionals still do not use IT in an efficient and effective way [38]. Therefore, we resort to the measure of *Technical IT-skills*, which has been conceptualized by Mata et al. [39]. Furthermore, the measure of methodical competence is taken into account for the study at hand since the growing complexity of planning tasks and the customization of queries demand advanced methodical skills such as forecasting and scenario development knowledge [16, 20]. In addition, the user's knowledge of analytical tools (e.g. forecasting options or scenario techniques) is included into our model as an indicator of user competence since it is crucial for a user who is to efficiently conduct business analytics to know what features the available IT systems offer [21].

**Table 2: Indicator and construct validity and reliability**

	Loading / Weight			
	lower bound	upper bound	point estimation	t value
<b>Planning Performance [PPerf]</b> ( $R^2 = .51$ )				
1.1 Planning robustness	.136	.159	.129	.796
1.2 Planning timeliness	.212	.236	.268	1.653
1.3 Usability of planning outcomes	.864	.877	.882	9.539
<b>Data Quality [DataQual]</b> (AVE = .58; CR = .89; $\alpha = .85$ )				
2.1 Data accessibility			.700	16.29
2.2 Data completeness			.879	27.48
2.3 Data timeliness			.659	6.160
2.4 Data reliability			.674	7.045
2.5 Data consistency			.809	16.14
2.6 Data accuracy			.822	15.14
<b>Analytical Execution [AnalExe]</b> ( $R^2 = .27$ ; AVE = .73; CR = .89; $\alpha = .81$ )				
3.1 Analysis practicability			.927	50.05
3.2 Short-term analysis practicability			.844	12.31
3.3 Analysis robustness			.781	13.34
<b>IT-usability [ITuse]</b> ( $R^2 = .32$ ; AVE = .70; CR = .88; $\alpha = .79$ )				
4.1 Ease-of-use			.817	12.89
4.2 Transparency of data base			.888	30.03
4.3 Planning options			.806	10.87
<b>User Competence [UserComp]</b> (AVE = .62; CR = .83; $\alpha = .71$ )				
5.1 Technical IT-skills			.768	4.441
5.2 Methodical competence			.890	17.37
5.3 Knowledge of analytical tools			.702	7.219

Table 2 shows the quality measures for indicator and construct validity and reliability of the research model. The t-values were conducted using the partial least squares (PLS)-bootstrapping-procedure ( $n = 500$ ). Since all t-values exceed the threshold of 1.643 it can be concluded that all

loadings differ significantly (.95, one-tailed) from zero. The only exception has to be made regarding (formative) weights of the planning performance item 1.1, which does not reach the threshold. However, as the 95%-confidence-interval does not include zero we adjudicate the item to be reliable. Average Variances Extracted (AVE), Construct Reliabilities (CR), and Cronbach's Alphas ( $\alpha$ ) exceed the required threshold of .60.

In total, the overall research model, which combines both formative and reflective constructs, can be regarded appropriate for hypothesis testing and further analysis of the relationships between conceptualized constructs.

## 5. DATA ANALYSIS

For the purpose of analyzing the research model, we prefer the Partial Least Squares (PLS) structural equation modeling techniques to traditional covariance-based techniques such as LISREL. The use of PLS countervails small sample size problems and provides conservative estimates of the path coefficients in comparison to covariance-based techniques [14]. Several software packages support PLS, of which we utilized SmartPLS version 2.0 [48].

Table 3 shows the construct scores and their correlations with the square root of AVE in bold. None of the correlations (column wise) exceeds the square root of AVE for the specific construct. Hence, discriminant validity of the constructs is given.

Table 4 shows the estimated path coefficients with t-values (500 PLS-Blindfolding runs) in brackets for the research model. Total effects of the exogenous constructs on planning performance and analytical execution are also shown taking all direct and indirect influences into account.

Cross validated redundancies for the endogenous constructs were calculated to further assess the quality of the estimated model. Thereby, we use the PLS-Blindfolding-procedure for different omission ranging from 3-17. Analytical execution reveals a mean of .156 for cross validated redundancies, IT-usability of .178, and planning performance of .142. All redundancies exceed the threshold of zero. Hence, the model constitutes a relevant possibility to predict data as evidenced through data collection. Finally, the Stone-Geisser-Criterion is applied to address the quality of the model at hand (Table 5).

Except data quality and analytical execution, all exogenous construct have a positive impact of the explained variance of the endogenous constructs. Including data quality in the model "vanish" a per mill of the explained variance of analytical execution. As data quality is essential to the model we decided to go with this flaw. In a nutshell, Figure 1 illustrates the path coefficients and R-squares graphically. The asterisk symbol indicates path significance on a 90% level (\*).

**Table 3: Construct scores and correlation**

	Construct Scores				Construct Correlations				
	Mean	S.D.	l.b.*	u.b.**	AnalExe	DataQual	ITuse	PPerf	UserComp
AnalExe	3.54	.94	3.47	3.61	<b>.853</b>				
DataQual	3.65	.74	3.59	3.70	.561	<b>.762</b>			
ITuse	2.97	.85	2.91	3.04	.230	.563	<b>.838</b>		
PPerf	3.74	.78	3.69	3.80	.514	.526	.601	***	
UserComp	3.65	.90	3.58	3.71	.450	.200	-.047	.127	<b>.790</b>

\* lower bound for 95%-confidence-interval; \*\* upper bound;\*\*\* Planning Performance is measured formatively and therefore no AVE is retrieved , S.D. = Standard Deviation.

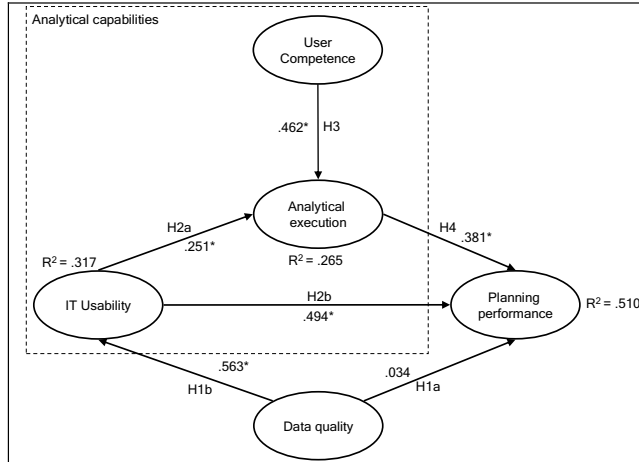
**Table 4: Path coefficients, t-values and total effects**

	ITuse	AnalExe	AnalExe( total)	PPerf	PPerf total
DataQual	<b>.563</b> (7.519)		<b>.141</b> (1.625)	.034 (.198)	<b>.366</b> (2.247)
UserComp		<b>.462</b> (4.896)			<b>.176</b> (2.040)
ITuse		<b>.251</b> (1.851)		<b>.494</b> (3.872)	<b>.590</b> (4.745)
AnalExe				<b>.381</b> (2.199)	

Significant (.90, two-tailed) paths are marked bold.

**Table 5: Stone-Geisser-Criterion**

	ITUse			AnalExe			PPerf		
	incl.	excl.	f <sup>2</sup>	incl.	excl.	f <sup>2</sup>	incl.	excl.	f <sup>2</sup>
DataQual	.3172	.0000	.4646	.2655	.2652	.0004	.5103	.5100	.0006
UserComp				.2655	.0570	.2839	.5103	.5090	.0027
ITuse				.26455	.2050	.0824	.5103	.3720	.2824
AnalExe							.5103	.4140	.1967

**Figure 1: Standardized parameter estimates for the research model**

Hypothesis 1a (.034) is not supported by the research model. In contrast, the data reveals support for hypothesis 1b, which links data quality and IT-usability. The path coefficient of .563 is significant, and the R-square of IT-usability (.317) can be regarded substantial. Furthermore, hypothesis 2a (.251) is significant. The construct of analytical execution is not only impacted by hypothesis 2a, but also by hypothesis 3 (.462). The total difference between the impact of IT-usability and user competence on analytical execution (.224) is not significant ( $t = 1.145$ , one-tailed, .90). With a path coefficient of .381,

hypothesis 4 is supported, providing evidence for the sustentative role of analytical execution for planning performance. Finally, hypothesis 2b is significant at a 90% level.

Data quality has a significant total effect of .141 on analytical execution, being significantly ( $t = 1.949$  resp. 2.181) smaller than IT-usability's (difference = .107) and the user competence's impact (difference = .330).

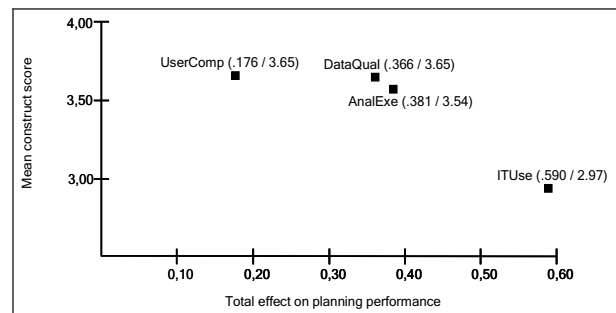
In total, IT-usability and user competence together explain more than one quarter (26.5%) of the total variance of analytical execution. In turn, the construct analytical execution exerts a significant, positive influence (.381) on planning performance. Likewise, the direct, positive influence of IT-usability on planning performance is significant (.494). In contrast, the absolute difference (.113) of both influences is not significant ( $t = .4456$ ; one-tailed, 90).

User competence has a significant total impact (.176) on planning performance and so have IT-usability (.590) and data quality (.366). Thereby, merely the difference between user competence and IT-usability (.409) is significantly different ( $t = 2.532$ ). We observe no significant difference between the total impact of IT-usability and data quality. In total, analytical capabilities (IT-usability, user competence, and analytical execution) and data quality together explain more 50 per cent of the observed variance of planning performance.

We also checked for robustness of data using a clustering approach. In relation to planning performance we clustered the dataset in a poor performing sub-sample ( $n = 32$ ; construct score below 3.87;  $mean = 3.15$ ;  $S.D. = .60$ ) and a high performing sub-

sample ( $n = 32$ ; construct score above 3.86;  $mean = 4.34$ ;  $S.D. = .35$ ). The distribution of analytical execution's construct scores differs significantly (poor = 3.14, high = 3.94;  $U = 232.5$ ;  $p = .000$ ) between both sub-samples and so do the distribution of data quality (poor = 3.36, high = 4.07;  $U = 235.5$ ;  $p = .000$ ) and IT usability (poor = 2.60, high = 3.35;  $U = 255.5$ ;  $p = .005$ ). In line with the small total effect the distribution of user competence does not differ significantly (poor = 3.61, high = 3.68;  $U = 262.0$ ;  $p = .502$ ) between both sub-samples. Therefore, the relationships between the constructs can be considered robust.

Figure 2 depicts the total effect of the exogenous constructs on planning performance and the mean construct scores. The total effect of IT-usability is the highest among the four total effects on planning performance. At the same time, IT-usability features the lowest mean score (2.97) among the four constructs. With a mean construct score of 3.65, user competence and data quality feature the highest score.



**Figure 2: Total effects on planning performance and mean construct score**

As can be depicted from Figure 1, IT-usability is a significant mediator ( $z = 21.292$ ) for the impact of data quality on planning performance, thus 89.11% of the effect of data quality on planning performance are due to the impact of data quality on IT-usability [54]. In addition, analytical execution is a significant mediator ( $z = 15.844$ ) for the total effect of data quality on planning performance. 61.32% of the total effect of data quality on planning performance is due to the total effect of data quality on analytical execution. In contrast, analytical execution is not a significant mediator ( $z = 1.416$ ) of the impact of IT-usability on planning performance (16.23%) due to the strong direct impact of IT-usability on planning performance.

The final chapter of the paper at hand concludes the main findings described in chapter five, answers the research question and briefly deals with selected implications and limitations.

## 6. CONCLUSION

The research findings of the paper at hand cast doubt on the unconstrained and direct impact of data quality on planning performance. While reliable and valid plans might result from a high data quality base in partial, high data quality does not necessarily result in a high planning performance. The data collected from the automotive industry indicates that data quality primarily affects planning performance in an indirect manner through the mediator of analytical capabilities. In particular, IT-

usability mediates the impact of data quality, indicating that the ease-of-use of operational systems serves as a catalyst for data's impact on planning performance. Furthermore, it can be concluded that the direct impact of IT-usability on planning performance shows that the ease-of-use of IT systems fosters planning managers to use applications on a more frequent basis. Overall, the research results indicate that IT-usability is not being paid attention to an adequate extent, as its total effect on planning performance in relation to its construct score illustrates (see Figure 2).

The results regarding the user competence's high impact on both analytical execution and planning performance confirm conceptual BI literature, which emphasizes employees' high skill level required to make optimal use of analytical methods and tools [16, 20]. Given the high variance of planning performance explained ( $R^2 = .510$ ), it can be concluded that both data quality and analytical capabilities impact planning performance to a large extent. This is particularly true when taking into account that numerous influencing factors such as volatile demand patterns, cross-functional barriers, and data ownership structures were kept aside. Since the influence of user competence on analytical execution is comparatively higher than the impact of IT-usability on analytical execution, automotive companies ought to invest in human resource development as opposed to the usability of the technological infrastructure when aiming at the improvement of analytical capabilities. Yet, when aiming at an increased planning performance, IT-usability might be the focus of resource allocation.

As with every research endeavor, the study at hand has clear limitations that need to be kept in mind when evaluating the results. First and foremost, all data obtained is self-reported, potentially biasing the results. For instance, the self-reported usage of IT systems might diverge from actual usage. Secondly, the constructs of user competence and IT-usability can be legitimately operationalized in different ways, given their complex character. Furthermore, the model was tested using data from the automotive industry which possibly impacts cross-industrial comparability. In addition, there may be differences regarding the necessity of the degree of data integration between big and medium-sized firms.

Previous research has shown that planning positively affects corporate performance [65]. Against this background, future research is needed which focuses on the investigation as to how data quality and analytical capabilities together with planning performance exerts influence on the corporate performance of companies proceeding from the automotive industry. Furthermore, the questionnaire should be applied at different industrial levels to support or challenge the results presented in this paper. Finally, we believe further research to be necessary regarding the threshold of the impact of data quality and analytical capabilities on planning performance since both are not cost-free.

## 7. REFERENCES

- [1] ALAVI, M., and JOACHIMSTHALER, E.A., Revisiting DSS Implementation Research: A Meta-Analysis of the Literature and Suggestions for Researchers, in: MIS Quarterly, 16, 1 (1992), pp. 95-116.

- [2] ARMSTRONG, J.S., and OVERTON, T.S., Estimating nonresponse bias in mail surveys, in: *Journal of Marketing Research*, 14, 3 (1977), pp. 396-402.
- [3] AZVINE, B., CUI, Z., NAUCK, D.D., and MAJEED, B., Real Time Business Intelligence for the Adaptive Enterprise, The 3rd IEEE International Conference on Enterprise Computing, E-Commerce, and E-Services, 2006, pp. 29-29.
- [4] BALLOU, D.P., and PAZER, H.L., Modeling data and process quality in multi-input, multi-output information systems, in: *Management Science*, 31, 2 (1985), pp. 150-162.
- [5] BARNEY, J.B., Strategic Factor Markets - Expectations, Luck and Business Strategy, in: *Management Science*, 32, 10 (1986), pp. 1231-1241.
- [6] BASSELLIER, G., BENBASAT, I., and REICH, B.H., The Influence of Business Managers' IT Competence on Championing IT, in: *Information Systems Research*, 14, 4 (2003), pp. 317-336.
- [7] BATINI, C., CAPIELLO, C., FRANCALANCI, C., and MAURINO, A., Methodologies for data quality assessment and improvement, in: *ACM Computing Surveys*, 41, 3 (2009), pp. 1-52.
- [8] BHARADWAJ, A.S., A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation, in: *MIS Quarterly*, 24, 1 (2000), pp. 169-196.
- [9] BOSE, R., Advanced analytics: opportunities and challenges, in: *Industrial Management & Data Systems*, 109, 2 (2009), pp. 155-172.
- [10] BOURGEOIS, L.J., III, and EISENHARDT, K.M., Strategic Decision Processes in High Velocity Environments: Four Cases in the Microcomputer Industry, in: *Management Science*, 34, 7 (1988), pp. 816-835.
- [11] CADEZ, S., and GUILDING, C., An exploratory investigation of an integrated contingency model of strategic management accounting, in: *Accounting, Organizations and Society*, 33, 7-8 (2008), pp. 836-863.
- [12] CARTER, J.R., and NARASIMHAN, R., Is purchasing really strategic?, in: *Journal of Supply Chain Management*, 32, 1 (1996), pp. 20-28.
- [13] CHAKRABORTY, I., HU, P.J.-H., and CUI, D., Examining the effects of cognitive style in individuals' technology use decision making, in: *Decision Support Systems*, 45, 2 (2008), pp. 228-241.
- [14] CHIN, W.W., Issues and Opinion on Structural Equation Modeling, in: *MIS Quarterly*, 22, 1 (1998), pp. vii-xvi.
- [15] CHURCHILL JR, G.A., A paradigm for developing better measures of marketing constructs, in: *Journal of Marketing Research*, 16, 1 (1979), pp. 64-73.
- [16] CLARK, T.D., JONES, M.C., and ARMSTRONG, C.P., The Dynamic Structure of Management Support Systems: Theory Development, Research Focus, and Direction, in: *MIS Quarterly*, 31, 3 (2007), pp. 579-615.
- [17] CRONBACH, L.J., Test validation, in: *Educational measurement*, 2 (1971), pp. 443-507.
- [18] DAS, T.K., Strategic Planning and Individual Temporal Orientation, in: *Strategic Management Journal*, 8, 2 (1987), pp. 203-209.
- [19] DAVENPORT, T.H., Competing on Analytics, in: *Harvard Business Review*, 84, 1 (2006), pp. 99-107.
- [20] DAVENPORT, T.H., and HARRIS, J.G., Competing on analytics: the new science of winning, Boston 2007.
- [21] DAVENPORT, T.H., HARRIS, J.G., and CANTRELL, S., Enterprise systems and ongoing process change, in: *Business Process Management Journal (BPMJ)*, 10, 1 (2004), pp. 16-26.
- [22] DIAMANTOPOULOS, A., and WINKLHOFFER, H.M., Index construction with formative indicators: an alternative to scale development, in: *Journal of Marketing Research*, 38, 2 (2001), pp. 269-277.
- [23] DYSON, R.G., and FOSTER, M.J., The relationship of participation and effectiveness in strategic planning, in: *Strategic Management Journal*, 3, 1 (1982), pp. 77-88.
- [24] EISENHARDT, K.M., Making Fast Strategic Decisions in High-Velocity Environments, in: *Academy of Management Journal*, 32, 3 (1989), pp. 543-576.
- [25] EPPINK, J.D., Planning for strategic flexibility, in: *Long Range Planning*, 11, 4 (1978), pp. 9-15.
- [26] EWING, D.W., The time dimension, in: Ewing, D.W., (ed.), *Long-range Planning for Management*, New York 1972, pp. 439-450.
- [27] GREEN, G.I., and HUGHES, C.T., Effects of Decision Support Systems Training and Cognitive Style on Decision Process Attributes, in: *Journal of Management Information Systems*, 3, 2 (1986), pp. 83-93.
- [28] GUIMARAES, T., IGBARIA, M., and LU, M.-T., The Determinants of DSS Success: An Integrated Model, in: *Decision Sciences*, 23, 2 (1992), pp. 409-430.
- [29] HAUG, A., ARLBJØRN, J.S., and PEDERSEN, A., A classification model of ERP system data quality, in: *Industrial Management & Data Systems*, 109, 8 (2009), pp. 1053-1068.
- [30] HOLBROOK, K., Adding Value with Analytics, in: *STRATEGIC FINANCE*, 86, November (2004), pp. 40-43.
- [31] HORNBAEK, K., Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research, in: *International Journal of Human-Computer Studies*, 64, 2 (2006), pp. 79-102.
- [32] HOULDEN, B.T., Data and effective corporate planning, in: *Long Range Planning*, 13, 5 (1980), pp. 106-111.
- [33] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO), Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: guidance on usability (ISO 9241-11:1998). 1998.
- [34] KARAT, C.M., PINHANEZ, C., KARAT, J., ARORA, R., and VERGO, J., Less clicking, more watching: Results of the iterative design and evaluation of entertaining web experiences, in: *Proceedings of the Interact2001: The Eighth TC.13 IFIP International Conference on Human-Computer Interaction*, (2001), pp. 455-463.
- [35] KOHAVI, R.R., NEAL J.; SIMOUDIS, EVANGELOS, Emerging trends in business analytics, in: *Communications of the ACM*, 45, 8 (2002), pp. 45-48.

- [36] KUMAR, R.L., Understanding DSS value: an options perspective, in: *Omega*, 27, 3 (1999), pp. 295-304.
- [37] MARCH, S.T., and HEVNER, A.R., Integrated decision support systems: A data warehousing perspective, in: *Decision Support Systems*, 43, 3 (2007), pp. 1031-1043.
- [38] MARCOLIN, B.L., COMPEAU, D.R., MUNRO, M.C., and HUFF, S.L., Assessing User Competence: Conceptualization and Measurement, in: *Information Systems Research*, 11, 1 (2000), pp. 37-60.
- [39] MATA, F.J., FUERST, W.L., and BARNEY, J.B., Information technology and sustained competitive advantage: a resource-based analysis, in: *MIS Quarterly*, 18, 4 (1995), pp. 487-505.
- [40] MELVILLE, N., KRAEMER, K.L., and GURBAXANI, V., Review: Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value, in: *MIS Quarterly*, 28, 2 (2004), pp. 283-322.
- [41] MEYER, H., Supply chain planning in the German automotive industry, in: *OR Spectrum*, 26, 4 (2004), pp. 447-470.
- [42] NELSON, R.R., TODD, P.A., and WIXOM, B.H., Antecedents of Information and System Quality: An Empirical Examination Within the Context of Data Warehousing, in: *Journal of Management Information Systems*, 21, 4 (2005), pp. 199-235.
- [43] PAVLOU, P.A., and EL SAWY, O.A., From IT Leveraging Competence to Competitive Advantage in Turbulent Environments: The Case of New Product Development, in: *Information Systems Research*, 17, 3 (2006), pp. 198-227.
- [44] PETERSEN, K.J., RAGATZ, G.L., and MONCZKA, R.M., An Examination of Collaborative Planning Effectiveness and Supply Chain Performance, in: *Journal of Supply Chain Management*, 41, 2 (2005), pp. 14-25.
- [45] PIPINO, L.L., LEE, Y.W., and WANG, R.Y., Data quality assessment, in: *Communications of the ACM*, 45, 4 (2002), pp. 211-218.
- [46] POWER, D.J., and SHARDA, R., Decision Support Systems, in: Nof, S.Y., (ed.), *Springer Handbook of Automation*, Berlin 2009, pp. 1539-1548.
- [47] RAVICHANDRAN, T., and LERTWONGSATIEN, C., Effect of information systems resources and capabilities on firm performance: A resource-based perspective, in: *Journal of Management Information Systems*, 21, 4 (2005), pp. 237-276.
- [48] RINGLE, C.M., BOYSEN, N., WENDE, S., and WILL, A., Messung von Kausalmodellen mit dem Partial-Least-Squares-Verfahren, in: *Das Wirtschaftsstudium (WiSU)*, 35, 1 (2006), pp. 81-88.
- [49] SAMBAMURTHY, V., BHARADWAJ, A., and GROVER, V., Shaping Agility through Digital Options: Reconceptualizing the Role of Information Technology in Contemporary Firms, in: *MIS Quarterly*, 27, 2 (2003), pp. 237-263.
- [50] SETHI, V., and KING, W.R., Construct Measurement in Information Systems Research: An Illustration in Strategic Systems, in: *Decision Sciences*, 22, 3 (1991), pp. 455-472.
- [51] SHACKEL, B., Usability - Context, Framework, Definition, Design and Evaluation, in: Shackel, B., and Richardson, S.J., (eds.), *Human factors for informatics usability*, Cambridge 1991, pp. 21-37.
- [52] SHAPIRO, J.F., Challenges of strategic supply chain planning and modeling, in: *Computers & Chemical Engineering*, 28, 6-7 (2004), pp. 855-861.
- [53] SMUNT, T.L., and WATTS, C.A., Improving operations planning with learning curves: overcoming the pitfalls of messy shop floor data, in: *Journal of Operations Management*, 21, 1 (2003), pp. 93-107.
- [54] SOBEL, M.E., and LEINHARDT, S., Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models, in: *Sociological methodology*, 13 (1982), pp. 290-312.
- [55] SRIDHARAN, V., and BERRY, W.L., Freezing the Master Production Schedule Under Demand Uncertainty, in: *Decision Sciences*, 21, 1 (1990), pp. 97-120.
- [56] STRAUB, D.W., Validating Instruments in MIS Research, in: *MIS Quarterly*, 13, 2 (1989), pp. 147-166.
- [57] TIPPINS, M.J., and SOHI, R.S., IT competency and firm performance: is organizational learning a missing link?, in: *Strategic Management Journal*, 24, 8 (2003), pp. 745-761.
- [58] TRKMAN, P., MCCORMACK, K., OLIVEIRA, M.P.V., and LADEIRA, M.B., The impact of business analytics on supply chain performance, in: *Decision Support Systems*, 49, 3 (2010), pp. 318-327.
- [59] VAN LANDEGHEM, H., and VANMAELE, H., Robust planning: a new paradigm for demand chain planning, in: *Journal of Operations Management*, 20, 6 (2002), pp. 769-783.
- [60] VAYGHAN, J.A., GARFINKLE, S.M., WALENTA, C., HEALY, D.C., and VALENTIN, Z., The internal information transformation of IBM, in: *IBM Systems Journal*, 46, 4 (2007), pp. 669-683.
- [61] WADE, M., and HULLAND, J., Review: The Resource-based View and Information Systems Research: Review, Extension, and Suggestions for Future Research, in: *MIS Quarterly*, 28, 1 (2004), pp. 107-142.
- [62] WANG, R.Y., and STRONG, D.M., Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers, in: *Journal of Management Information Systems*, Spring 1996, 12, 4 (1996), pp. 5-34.
- [63] WATSON, H.J., FULLER, C., and ARIYACHANDRA, T., Data warehouse governance: best practices at Blue Cross and Blue Shield of North Carolina, in: *Decision Support Systems*, 38, 3 (2004), pp. 435-450.
- [64] WEBSTER, J., and WATSON, R.T., Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review, in: *MIS Quarterly*, 26, 2 (2002), pp. xiii-xxiii.
- [65] WEST, J.J., and OLSEN, M.D., Environmental Scanning and its Effect on Firm Performance: an Exploratory Study of the Food Service Industry, in: *Hospitality Education and Research Journal*, 12, 2 (1988), pp. 127-136.
- [66] WETHERBE, J.C., Executive Information Requirements: Getting It Right, in: *MIS Quarterly*, 15, 1 (1991), pp. 51-65.

# Development and Simulation of a Balanced Scorecard for Sustainable Supply Chain Management – A System Dynamics Approach

David Wittstruck  
University of Osnabrueck

Katharinenstraße 1  
49069 Osnabrueck  
+ 49 541 969-4523

david.wittstruck@uni-osnabrueck.de

Frank Teuteberg  
University of Osnabrueck

Katharinenstraße 1  
49069 Osnabrueck  
+ 49 541 969-4961

frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

## ABSTRACT

The objective of this article is to develop a Balanced Scorecard (BSC) for Sustainable Supply Chain Management (SSCM). The BSC provides a framework for simulation experiments which serve to evaluate benefits of sustainability investments for the partners within a recycling supply chain. A system dynamics approach was employed to perform the simulation experiments. First, the simulations help to identify the preconditions that must be met before environmental and social measures can lead to a long-term profit increase for all network partners. Second, they demonstrate how limitations of the traditional BSC can be overcome, especially regarding multi-causal relationships between key performance indicators. The model is based on the results of a literature review and information gathered in expert interviews. The limits of the analysis lie in the fact that the simulation experiments are partly based on hypothetical assumptions. However, where possible, the authors have drawn on expert knowledge and existing surveys.

## Keywords

Sustainable Supply Chain Management, Balanced Scorecard, System Dynamics, Simulation, Rebound Effect, Recycling Network.

## 1. INTRODUCTION

In recent years, the topic of Sustainable Supply Chain Management (SSCM) has received growing attention and has become an increasingly popular research area. Today, companies must tackle multiple new challenges: they have to address the problem of rapid climate changes, face the negative impact of the financial crisis and volatile oil prices, deal with the growing public interest in ecology (e.g. Green Logistics, Green Computing), and ensure environmental sustainability and energy efficiency. Immense pressure is also exerted by environmental

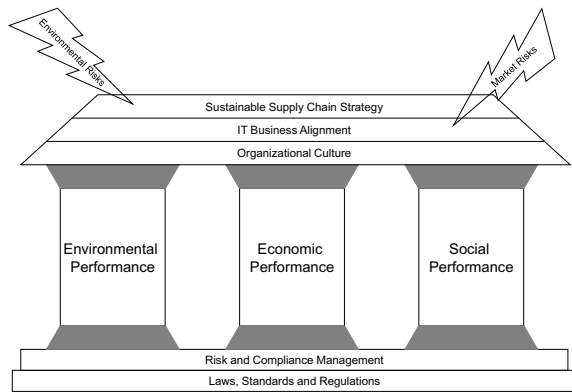
legislation (e.g. EU law) as well as by the mass media and society as a whole, considering the consumers' growing demand for transparency and their increasing awareness of the conditions under which products are manufactured and distributed (as, for example, issues of environment, safety, and human rights). Adequate methods, technologies, information and communication systems are therefore indispensable for a management of recycling supply chains that aims at a balance between environmental and social goals and long-term profitability. Sustainable Supply Chain Management (SSCM) extends the traditional concept of Supply Chain Management by including environmental and social/ethical aspects in response to the general call for a more sustainable economy ([7], [38]).

The aim of this paper is to develop a Balanced Scorecard (BSC) for SSCM and to enhance it with methods of system dynamics. The BSC is used as a framework for simulation experiments that are conducted to evaluate the economic and environmental benefits of sustainability investments from the perspective of an exemplary recycling supply chain. Subsequently, we examine in how far the enhanced BSC overcomes the limitations of a traditional BSC with regard to SSCM.

## 2. THE CONCEPT OF SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

This paper follows Carter and Rogers who define Sustainable Supply Chain Management (SSCM) as the strategic achievement and integration of an organization's social, environmental, and economic goals through the systemic coordination of key inter-organizational business processes to improve the long-term economic performance of the individual company and its value network ([7], p. 368).

Figure 1 illustrates the problem area and the scope of SSCM ("House of Sustainable Supply Chain Management"). The house is built on the triple-bottom line ([7], p. 369, [10]). The three dimensions of sustainability are visualized as the pillars which keep the building in balance. Risk and compliance management forms the building's foundation. In order to achieve long-term profits, risks have to be identified and mitigated. Laws, guidelines and standards serve as a starting point for the implementation of sustainability principles and practices along the supply chain.



**Figure 1: House of SSCM (c.f. [39])**

In addition, SSCM requires the establishment of values and ethics throughout the organization, an efficient, flexible and “green” IT environment as well as the alignment of the corporate strategy to sustainable development. If these measures are taken, they effectively protect the supply chain against environmental and social threats and risks.

### 3. PRIOR RESEARCH

Table 1 briefly summarizes the core contents of some related publications dealing with performance measurement in (sustainable) supply chains. For our analysis, the following criteria were of particular interest:

1. *Simulation experiments*: Are simulation experiments used to evaluate the profitability of value networks?
2. *Sustainability*: Are environmental and social aspects considered at all, or does the focus lie on financial parameters only?
3. *Supply Chain*: Does the analysis refer to several partners of a supply chain?
4. *Performance Measurement*: Do the authors use a key performance indicator system, and if yes, which one?
5. *Scope/Purpose*: Which research questions or problems are dealt with in the article? What goal do the authors pursue?
6. *Findings*: What central research results are presented?

Table 1 shows that there is published research on simulation experiments in the fields of Performance Measurement and Supply Chain Management. Contributions presenting an approach for the financial evaluation of environmental and social investments in supply chains are missing. On the one hand, it seems reasonable to use the BSC as a framework for evaluations of sustainability investments because the BSC emphasizes the importance of non-financial measures for financial success ([5]).

On the other hand, some authors have criticized that the Balanced Scorecard is a “static”, not a “dynamic” instrument because time is not considered in it [36]. Particularly regarding SSCM, a static view seems questionable. Investments in sustainability often lead to high initial costs before generating higher profits at a later stage, e. g. through enhanced customer loyalty. Therefore, Georgiadis et. al 2008 and Hervani et al. 2005 ([13], [17]) point out that simulation experiments could be an adequate method for understanding the time-dependent cause and effect relationships between non-financial and financial indicators. They argue that by designing simulation experiments, decision makers are forced to estimate and quantify when environmental and social investments pay off. For instance, decision makers have to evaluate if and in which period an environmental image leads to higher customer satisfaction and higher profits ([13], [17]). In response to these arguments, we aim at developing a dynamic Balanced Scorecard for SSCM.

### 4. METHOD

The research method that this paper is based on can be characterized as design science research (cf. [18]), whereas the IT artifact developed in the following sections can be described as a simulation model for SSCM within the BSC framework. The simulation and development process encompassed the following phases:

1. *Literature Review*: We built on a systematic review of research literature on SSCM dating from between 1995 and 2010. 142 contributions from the following top journals were analyzed: “Management Information Systems Quarterly”, “Journal of Business Engineering”, “Ecological Economics”, “Journal of Risk” and “Journal of Risk and Uncertainty”, “International Journal of Physical Distribution & Logistics Management”, “Naval Research Logistics”, “Journal of Supply Chain Management” (cf. [35]).
2. *Balanced Scorecard*: Based on the literature review, an exemplary Balanced Scorecard for SSCM was designed.
3. *Simulation model*: The designed Balanced Scorecard was enhanced by a system dynamics simulation model.
4. *Expert interviews*: Between April and July 2010, experts from three companies were interviewed to improve the model’s practical applicability. The experts were especially asked to test assumptions and to assess interdependencies between the KPIs. In this way, the model was gradually modified, refined and validated. The participating experts were selected according to their roles within the supply chain, each one representing one typical role. To ensure anonymity, the names of the companies were changed. The main characteristics of the companies are provided in Table 2.



**Table 1: Prior Research**

Authors, Year	Simulation Experiment	Sustainability	Supply Chain	Performance Measurement	Purpose	Findings
Brewer, P. C.; Speh, T.W. (2000): [5]	NO	NO	YES	YES (BSC)	• To identify key performance indicators for supply chain performance measurement.	• A modified balanced scorecard for SCM and examples of possible measures.
Noerrekliit, H. 2000: [28]	NO	NO	NO	YES (BSC)	• To analyze the assumptions of the balanced scorecard.	• A significant weakness of the BSC is that “time” is not considered although “time” is an important dimension for Performance Management.
Maxwell, D.; van der Vorst, R. (2003): [26]	NO	YES	YES	NO	• To develop a method for effective sustainable product or service development (SD).	• A framework for implementing sustainable product and service development (SPSD) throughout the entire lifecycle of a product or service.
Hervani, A.A.; Helms, M, M.; Sarkis, J. (2005): [17]	NO	YES (Environmental Issues)	YES	YES (BSC)	• To introduce and provide an overview of the various issues related to environmental (green) supply chain management.	• Provides an integrative framework for study, design and evaluation of green supply chain management performance tools. The findings also identify a number of issues that need to still be addressed.
Matos, Stelvia; Hall, J. (2007): [25]	NO	YES	YES	NO	• To discuss the problems of integrating sustainable development concerns in the supply chain.	• A framework for SSCM and implications for practitioners and management theory.
Vlachos,D.; Georgiadis, P.; Iakovou, E. (2007): [36]	YES	YES (Environmental Issues)	YES	NO	• To tackle the development of efficient capacity planning policies for remanufacturing facilities in reverse supply chains.	• The simulation model provides an experimental tool, which can be used to evaluate alternative long-term capacity planning policies using total supply chain profit as measure of policy effectiveness.
Barber, E. (2008): [3]	NO	YES	YES	YES (BSC)	• To broaden the performance measurements of total supply chain performance.	• A framework is presented showing the importance of intangible value adding aspects of the total value chain.
Georgiadis, P; Besiou, M. (2008): [13]	YES	YES	YES	NO	• To examine the impact of ecological motivation and technological innovations on the long-term behavior of a closed-loop supply chain.	• A system dynamics casual loop diagram for a supply chain of electrical equipment in Greece.
Seuring M, Müller S (2008): [31]	NO	YES	YES	NO	• To present a literature review and to provide a conceptual framework of SSCM.	• Research is dominated by environmental issues. Discussions of social aspects and also the integration of the three dimensions of sustainability are still rarely found.
Hu, G.; Bidanda, B. (2009): [20]	YES	YES	YES	NO	• To formulate a product lifecycle evolution system based on stochastic dynamic programming.	• Conclusions and guidelines for rational decision making is developed through each phase of the product life cycle.
Blecken, A.;Hellingrath, B.;Dangelmaier, W.;Schulz, S. F. (2009): [4]	NO	YES	YES	YES	• To develop a reference model for supply chain processes in the context of humanitarian operations.	• A model that supports humanitarian organizations to visualize their processes, to measure their performance and to improve communication and coordination of their organization.
Capelo, C.; Dias, J.F. (2009):[6]	YES	NO	NO	YES (BSC)	• To develop a theoretical model that explains the effectiveness of the balanced scorecard approach by means of a system dynamics perspective.	• A strategy map review positively influences mental model similarity, and mental model similarity positively influences performance.

**Table 2: Analyzed Supply Chain**

	CompA	CompB	CompC
Role	Producer	Retailer	Recycling company
Type of business	Manufacturing, filling and refilling of ink cartridges	Purchase of ink cartridges from various manufacturers as well as distribution and sale of the cartridges on the internet.	Collection (installation of collection boxes in schools and universities) / purchase and sorting of empty cartridges / sale of cartridges to the manufacturer or disassembly of the cartridge and processing of material
Total sales	5 million	12.5 million	4 million
Other data used in the model	- number of sold items: approx. 750,000/month - number of environmental certificates: 1	- items sold: approx. 2 million/month	- receipt: 250,000 – 320,000 pcs/month - variable costs per unit: 0.80 – 1.40 €/piece - Sales: 220,000 – 240,000 pcs/month - Price: ø 1.75 €/pcs - disposal: toner: 5,000 – 6,000 €/month - ink cartridges etc.: 2,500 €/month - number of environmental certificates: 5

## 5. BALANCED SCORECARD FOR SSCM

So-called logistic ratios (also known as Key Performance Indicators (KPIs)) are often applied for the analysis and management of recycling supply chains. The Balanced Scorecard (BSC) is one of the most widespread KPI systems. It takes both quantitative and qualitative parameters into account. Considering that the triple bottom line categories of environmental and social sustainability are also of a qualitative nature, the BSC seems to be a suitable research framework for SSCM. The BSC, which was designed by Robert S. Kaplan (Harvard Business School) and David P. Norton (former head of the Nolan Norton Institute) in the early 1990s, pursues one fundamental objective ([22]): it aims at achieving a balance between several different perspectives (internal process perspective, customer perspective, finance perspective, learning and development perspective) on the basis of targets, KPIs, guidelines and measures.

### 5.1 Development

There is a variety of suggestions in the literature on how to further develop the Balanced Scorecard. On principle, there are three possible ways to integrate environmental and social aspects into the BSC. The first option would be to integrate them into the four existing perspectives. Also, one or more additional perspectives regarding environmental and social aspects could be newly added to the BSC. Thirdly, a special form of BSC with focus on sustainability aspects could be derived ("Sustainability Balanced Scorecard").

The literature revealed that many researchers propose a combination of the first two possible solutions ([29], p. 78-79.). Some also suggest a non-market perspective encompassing environmental and social aspects that are not regulated by a market mechanism – for example, the working conditions at supplier companies (cf. [11], p. 273-274.). Others integrate environmental and social performance indicators (e.g. emissions) into the existing perspectives ([9], p.75-76.). In addition, researchers take a critical view at the standard Balanced Scorecard for its disregard of social aspects or important topics of environmental management, as e. g. energy efficiency, substance flows, waste and hazardous substances. For these reasons, we recommend to extend the basic BSC concept by including an environmental and a social perspective. The option of adding a non-market perspective is set aside here because those KPIs and interdependencies which have an impact on a company's financial indicators are of more immediate importance for success-oriented management. In return, financial indicators are necessarily market-related and can therefore be integrated into the other perspectives. Beyond that, the authors agree with the frequent recommendation to add a cooperation perspective for BSCs in logistic networks (cf. [5], p. 85). Table 3 shows a BSC for the support of Sustainable Supply Chain Management. The BSC is based on suggestions we found in the literature including KPIs, strategic goals and measures.

Based on the results of the expert interviews on SSCM in recycling networks, the authors selected the KPIs for their BSC: All of the interviewed experts used profit as a top KPI. Furthermore, they measured and monitored their energy and material consumption, they worked with a customer satisfaction index, they coordinated and supervised staff training times and measured the degree to which they use renewable energy sources, and they stated that "certifications" were one of their criteria for selecting suppliers. For the "classic" BSC perspectives

'Stakeholder' (Finance and Customers respectively), 'Processes' and 'Development and Learning', some KPIs were selected on the basis of a recent review by Siepermann and Vockeroth who analyzed existing works on Balanced Scorecards with respect to the used KPIs (cf. [32]). Central KPIs of the cooperation perspective were identified in the context of the expert interviews. The participants regarded compliance with Service Level Agreements, a high supplier delivery performance and the joint use of information systems as important contributing factors for a successful cooperation. By and large, the interview partners confirmed the results of the study. They also reported that the increasing number of network partners with sustainability certifications helped to lower transaction costs for the initiation and realization of cooperations. In particular, it takes less negotiating time to reach agreements on environmental and social standards and guidelines.

Table 3: Balanced Scorecard

Strategic Goals	Reference	Derived KPI for Simulation
<b>Financial perspective</b>		
• Increase profits for the entire supply chain	• [5]; [29]	• profit per month (target: 15% increase)
• Save energy, material and recycling costs	• [27]	• revenue per month
• Lower transaction costs	• [24], [11]	• material costs per month
		• energy costs per month
<b>Market perspective</b>		
• Increase customer satisfaction with regard to environmental and social dimensions; degree of satisfaction is measured on a scale from 0 (very dissatisfied) to 1 (completely satisfied)	• [29]; [3]; [13]	• customer satisfaction (target value: 0.7)
• Increase customer retention	• [24]; [29]; [22]	• customer retention
• Increase the number of sold items	• [3]	• sold items per month
<b>Cooperation perspective</b>		
• Reduce processing times of products along the value chain	• [14]; [25]; [32]	• readiness to deliver (degree)
• Make use of data processing synergies	• [5];	• compliance of service level agreements (degree)
• Connect organizational units to information systems	• [25]; [29]	• percentage of organizational units who share information systems (target value: 50%)
		• transaction costs per month (e.g. bargaining costs; target: 15% decrease)
<b>Environmental and social perspective</b>		
• Reduce material and energy consumption by using renewable energy sources	• [27]; [25]; [12]; [16]	• number of supported social projects (target value REFILLER: 2)
• Create a safe and healthy working environment for employees	• [31]	• number of environmental certificates (target value REFILLER: 2, target value print cycle: 2)
• Support social projects	• [25]; [6]	• number of implemented standards for health and safety of employees (target value: 3)
		• number of used renewable energy sources (target value REFILLER: 2)
<b>Innovation and learning perspective</b>		
• Raise employees' awareness of social and environmental issues	• [29]	• number of sustainability trainings per month
• Include employees actively into a continuous improvement process	• [32]; [6]	• monthly number of employee suggestions for improvement that are related to sustainability issues
• Use the potential of information systems	• [18]; [27]; [11]	• number of hits on information systems per month

### 5.2 Limitations of the traditional BSC

Primarily, the Balanced Scorecard differs from other performance measurement concepts in the assumption of cause-effect relationships between the key figures ([36], p. 67.). Noerrekliit assumes that the relationship between the key figures are not based on causality, but on interdependence ([28], p. 7.). However, this implies that the relations are not unidirectional, but also reflexive, ambiguous and complex. Thus, the BSC loses much of

its capability as an instrument for SSCM. The complexity of the SSCM requires a simultaneous consideration of the environmental, social and financial dimension. Considering the fact that in the BSC these dimensions are reduced to single key figures, the complexity inherent in the concept of sustainability may not be sufficiently considered.

The BSC also provides little support in deriving concrete measures from the strategic objectives. Interactions and feedback loops between factors should be revealed in order to define appropriate measures ([8], p. 932). In addition, managers should preconceive the amount of time it takes to trigger certain effects. What short-term effects do occur and what long-term reactions and feedbacks are expected? Although Kaplan and Norton point to a dynamic business development, the BSC does not explicitly take this aspect into account [36].

As a further limitation, the metrics of the BSC particularly refer to the internal corporate perspective. This could be problematic because external factors might influence the SSCM. For example, the activities of competitors or technological developments could influence the expectations of customers, e. g. the customer demand for electrically powered cars.

## 6. Enhancement of the BSC by System Dynamics

System dynamics is an approach that follows the principles of systems theory. It has the objective of optimizing systems in dynamic and complex environments ([8], p. 10). In contrast to linear thinking, system dynamics points out the inherent complexity and non-linearity of systems. According to this approach, main characteristics of systems are delayed cause-effect relationships and feedback mechanisms ([12], p. 245). Considering these characteristics, we assume that system dynamics could be an adequate method to overcome the limitations of the traditional BSC ([8], p. 933). Therefore, we decided to follow the system dynamics approach in carrying out the simulation experiments. The Balanced Scorecard for SSCM introduced in Section 3 serves as a framework for the simulation model. The KPIs function as mutually interdependent model elements. The plus sign beside the arrowhead stands for a proportional relationship: if variable a increases, variable b increases accordingly. The minus sign indicates an inverse proportional relationship: if variable c increases, variable d decreases. A mathematical function underlies each arrow. As opposed to the BSC, the interdependencies between the KPIs are quantified here. A simplified illustration of the model is provided in Figure 2. For the sake of clarity, the authors have erased auxiliary quantities which were merely introduced to support the technical implementation of the simulation experiments.

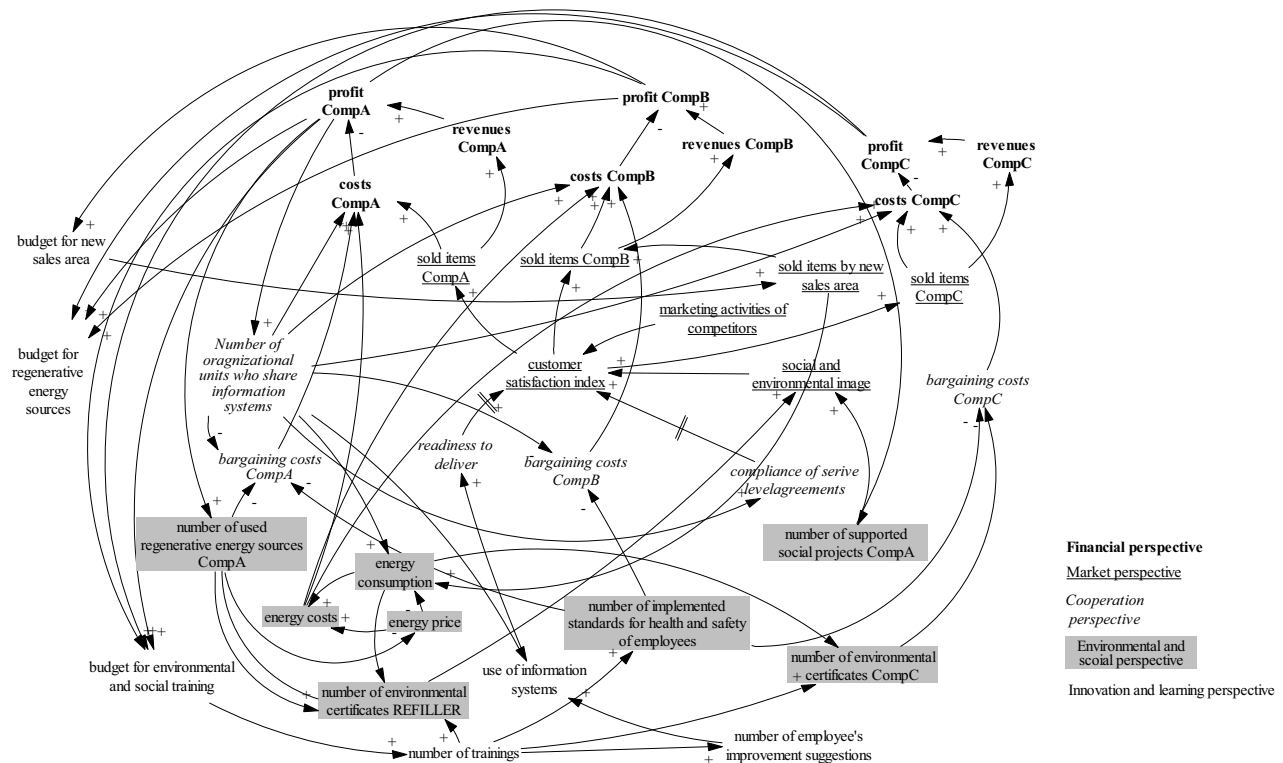


Figure 2: Simulation Model

The supply chain introduced in Section 4 is modeled here. For the companies „CompA“, „CompB“ and „CompC“, profit (a variable that can be defined as the difference between revenues and costs) is simulated as top KPI. These financial KPIs directly depend on the numbers of sold ink cartridges. In return, the number of sold items depends to a great extent on customer satisfaction. Also, lower bargaining costs lead to higher profits. As regards the cooperation perspective, the more organizational units share information systems and the more environmental certificates a company acquires, the lower are the bargaining costs. Certificates serve companies to quickly build up mutual trust – for example, reliance on the partners' compliance with environmental standards. The number of environmental as well as health and safety standards that a company adheres to and the number of social projects it supports have a positive impact on the corporate image and customer satisfaction. The number of obtained certificates and introduced standards depends significantly on the available budget. In the illustrated example, part of the profit is periodically invested in training measures that enable the staff to manage processes in an environmentally and socially responsible way. A second portion is invested in IT networking with supply chain partners and a third one in renewable energy sources. A fourth portion is invested in building new sales areas. The investments in IT networks as well as the investments in new sales areas result in an increased overall energy consumption. This leads to higher energy prices resulting from increased demand. The price increase is mitigated by a higher energy supply, which is due to the recourse to renewable energy. The question arises whether these sustainability investments are economically beneficial, i. e. whether an improved corporate image and increased customer satisfaction generate higher sales figures and profits. Another question is whether the use of regenerative energy contributes to environmental protection. To look further into these questions, the following three Scenarios are simulated:

Scenario 1: This is the basic Scenario. All basic values and assumptions in the model are available at the following address: [www.uwi.uos.de/assumptions.pdf](http://www.uwi.uos.de/assumptions.pdf)

The other two Scenarios show the following modifications:

Scenario 2: The budget for renewable energy sources is increased from 0.5% to 8% of the profit, and the budget for the development of information systems increased from 0.5% to 1.25%. The budget for sustainability training and social projects is increased from 0.3% to 1% of the profit.

Scenario 3: With regard to Scenario 2 it is assumed that CompB invests 20% of its profits into the building of new sales areas in order to increase its revenues. In addition, the corporate image only improves after the acquisition of five – instead of two – environmental certifications. It is therefore assumed that only very extensive investments in sustainability measures are recognized on the market.

## 7. RESULTS

The Scenarios were simulated for a time span of 120 months (10 years). The profit development of the three supply chain partners, the levels of customer satisfaction and the overall energy consumption are illustrated in Figure 3.

A PDF document that includes the simulation results shown in Figure 3 is available at the following address: [www.uwi.uos.de/simulation\\_results.pdf](http://www.uwi.uos.de/simulation_results.pdf)

In the first (basic) Scenario, the three supply chain partners' profits largely remain constant throughout the simulated time span of 10 years. Each network partner makes profits which are invested in sustainable development measures. Within the simulated time frame, the customer satisfaction index rises slightly from 0.5 to 0.6. However, this moderate rise does not suffice to generate a significantly higher number of sold items. The overall energy consumption increases slightly from 5 MWh to 5.2 MWh. The results of Scenario 2 show a 53% profit increase for the CompA after 90 months: the amount rises from about 550.000 € to ca. 850.000 €. This result clearly exceeds the original target of a 15% rise. CompB also increases its profits. From period 90 onwards, a profit of about 2.3 m € is generated. In comparison to Scenario 1, this equals an increase of ca. 30%. The profits of CompC fluctuate, but show a generally rising tendency. Compared to Scenario 1, the average profit increases from 33.000 € to 51.000 € per period, which equals a 54% rise. The clear increase in customer satisfaction (up to 0.85% in period 90) leads to higher sales figures, revenues and profits for all three network partners. The raised costs of environmental and social measures are therefore overcompensated by higher profit rates. Thus, sustainability investments pay off for all network partners. The energy consumption is around 3 kWh higher than in the first Scenario. On the one hand, the development of the IT environment requires more energy and on the other hand, the addition of renewable energy sources leads to an increased supply on the market. The increased supply leads to lower prices which in turn stimulate increased demand. In the literature such effects are described as rebound effects (cf. [31]). More precisely, Scenario 2 demonstrates a so-called "*market-clearing price and quantity adjustment*" ([65], p. 86). This term describes the phenomenon of one company's energy savings resulting in higher energy consumption by other companies. In our example, CompA's use of renewable energy sources leads to a lower demand for conventionally generated energy. The resulting increased supply of conventional energy forms on the market causes a price drop and, in consequence, the company's demand for conventional energy increases again. In the third Scenario, the three network partners' profits are only slightly higher than in Scenario 1 and clearly lower than in Scenario 2. In comparison to Scenario 1, CompA's average profit increases by about 3%, the profit of CompB by 5% and the profit of CompC by about 2%. Customer satisfaction slightly increases to 0.6% because the growing expectations of the market act as a counterbalance to image improvement. Thus, it becomes clear that there are significant interdependencies between sustainability measures, the public image of the network partners and customer satisfaction. Even slight variations in the intensity of these effects have a noticeable impact on the achieved profits. It therefore depends decisively on the customer whether social and environmental investments pay off financially. Sustainability measures only lead to higher profits if customers become aware of these efforts and, in reaction to this, increase their demand for sustainable products.

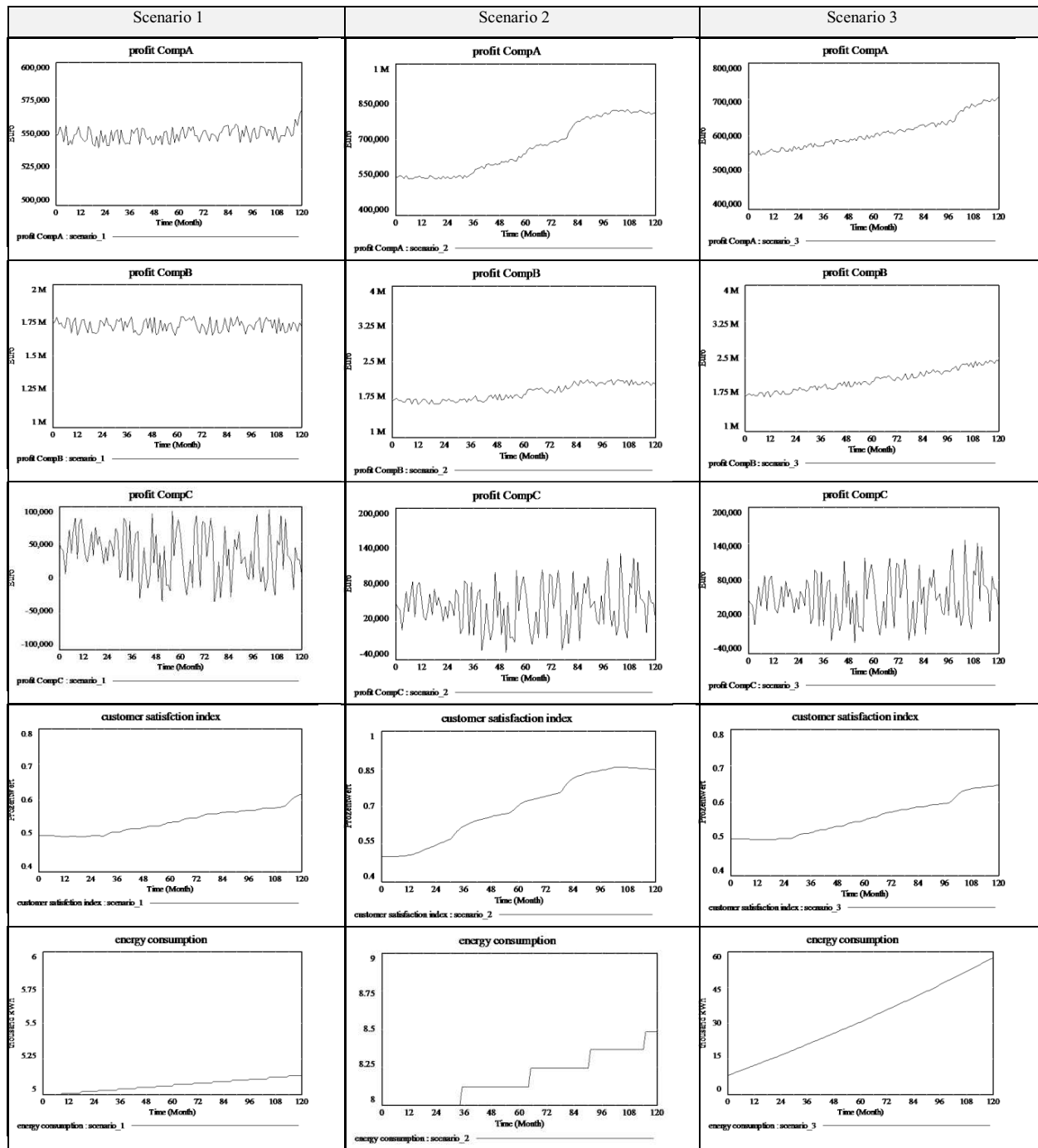


Figure 3: Results

Scenario 3 shows a significant rise in energy consumption: CompB invests the profits gained through energy savings in the development of new sales areas, which in turn cause a strong increase in energy consumption. Thus, in the end, the overall energy consumption is raised instead of lowered. This rebound

effect, which is also known as “income effect” ([16], p. 68), is a phenomenon frequently observed in practice.

## 8. CONCLUSION

The simulation model described here was designed to illustrate the potential benefits of an enhanced BSC that includes a system dynamics dimension for the support of SSCM. Although the approach has proved to be beneficial in several ways, there are also some limitations to it.

### 8.1 Limitations of the Model

The presented system dynamics model is not a “black box”: processes and their impact on other parameters, as well as the temporal behavior of SSCM mechanisms in an exemplary recycling supply chain, become transparent during simulation runs. There are various alternative ways in which a BSC and the model constructs in system dynamics models can be designed. Wherever possible, expert knowledge gained from interviews, empirical data and existing (case) studies was drawn upon to increase the objectivity of the model and the BSC. Still, it needs to be pointed out that the presented model should be understood as ideal-typical: its structure cannot capture the reality of SSCM in all its complexity. The authors of this paper followed the KISS approach (KISS = “keep it simple and stupid”, cf. [36]) in constructing a basic system dynamics model that is designed to be gradually refined and extended.

The more intricate a model is, the harder it gets for its constructor to understand how the system behaves in time, and to grasp the reasons for this behavior (cf. [1], p. 413.). With growing model complexity, the danger of misinterpreting simulation results increases. For example, what conclusions can be drawn if a strong imbalance occurs in the model although only one parameter has been modified? Depending on their particular perspective, researchers can arrive at different explanations for such unexpected effects: sometimes, the whole model ends up being dismissed as invalid and unrealistic. As a consequence, the model assumptions need to be modified until the sensitivity disappears (cf. [22], pp. 38-41.). Others understand such “chaotic” imbalances as indicators of real-life risks and uncertainties, which have an early warning function for SSCM.

The simulation time of 120 months corresponds to the typical length of a strategic planning period. This long timespan may increase the probability of structural interruptions, but in the context of this work it is less important to calculate exact results than to reach a basic understanding of the system’s behavior.

### 8.2 Advantages of System Dynamics

We identified the following benefits of system dynamics which can serve to overcome the described limitations of the traditional BSC:

According to the system dynamics approach, interactions and “feedback loops”, i. e. feedback relationships between the elements, are essential system components. This was illustrated by rebound effects in the exemplary model. If one of the exemplary supply chain partners reduces its energy consumption, this leads to a short-term decline in demand. In the long run, this measure results in falling prices and a higher energy demand of the other supply chain partners. The feedback structures suggest that a focus on cause-effect relationships is not adequate in the context of SSCM. In reality, a company’s reaction to changes is not fully predictable. External impulses from the business environment encourage a company to act in a certain way. Our exemplary model may show the desired behavior, but there can be no certainty that in reality everything will happen exactly as planned

and calculated. Decision makers need to take this into account by specifying probabilities for SSCM.

It has been argued that the BSC does not support the top-down implementation of strategies into operational measures. Here, system dynamics offers a solution: through the quantification of relations between the model elements, the strategic objectives are directly linked to the operational metrics. In this way, operational activities can be derived and evaluated. As shown in the model, the effects of concrete measures to increase customer satisfaction can be compared and analyzed.

In addition, it becomes obvious that effects of investments can be analyzed time-dependent by performing simulation experiments according to the system dynamics approach. For instance, in deciding whether and how intensively employees should be trained in SSCM, time delays could be differentiated. As shown in Scenario 2, the training does not have any noticeable positive effect on the profit until period 50, while the negative effect (training costs) diminishes the profit immediately.

System dynamics can also help to widen the predominantly internal perspective of the traditional BSC by expanding the system boundaries. In this way, external factors can be accounted for. Thus, in the exemplary model, the advertising activities of the competitors are included as external variables. These variables might be important for following reason: A decreased customer base could be the result of extensive advertising activities of competitors. Some researchers have criticized that the traditional BSC does not support the identification of new success factors or new risks. This cannot be expected of system dynamics either. In the simulation model, only the previously defined factors are considered. However, at least a predefined set of potential risks and uncertainties can be disclosed and the factors can be tested for their risk potential. In this sense, simulation results can provide hints for decision support in SSCM.

The analysis of the behavior of a system dynamics supply chain model leads to the conclusion that the system behaves in the way it was programmed to. If structures and sizes are assumed, effects can be calculated and predicted. It is important to remember, however, that the definition of metrics is based on subjective decisions of the modeler, however reasonable and plausible they may be. Thus, the model can be described as a code-compliant system without external influences. On the other hand, real business environments are characterized by unpredictability. Hence, the benefit that decision makers may expect from using the proposed enhanced BSC is remarkable, but limited. For example, managers who wish to assess the impact that improvement measures in the field of SSCM have on the system behavior will have to live with probabilities instead of certainties.

The advantages of system dynamics compared to the traditional BSC are summarized in Table 4.

**Table 4: BSC and Advantages of System Dynamics**

Limitations of the BSC	Advantages of System Dynamics
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The concept of causality excludes empirical validation, unidirectional relationships between perspectives as well as monocausal cause-effect relationships between key figures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlations are quantified; validation is difficult; feedback loops and rebounds are closer to the company's reality</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivation of measures for strategic objectives is not facilitated</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material and information flows are directly related to the objectives and could be derived; however, the response of the system to individual measures cannot be exactly predicted</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lack of dynamics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delays allow for a differentiation between short- and long-term effects</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primarily internal perspective</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• External variables can be modeled</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risks and uncertainties are not considered</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probability distributions and Scenario analysis allow for the evaluation of a predefined set of risks and uncertainties</li> </ul>

### 8.3 Further Research

There is further need for empirical research on the interrelations between financial and non-financial figures. The model presented here has revealed the customer satisfaction index as a central figure, based on the assumption that environmental measures and the responsible treatment of staff increase customer satisfaction and turnover. It seems promising to conduct further research on the interdependencies between sustainability investments and customer satisfaction on the one hand and between customer satisfaction and turnover on the other hand. Longitudinal studies appear to be an especially suitable method, for they can provide insights on changing interdependencies over a prolonged period of time. Annually repeated studies could reveal shifts in the weighting of the three dimensions of sustainability. For example, is the significance of environmental or social goals increasing or declining? Also, rebound effects can be identified and analyzed if data are collected over several periods. Data collection could focus on the areas into which companies invest the savings achieved through increased energy efficiency. Which effects do these measures have on the environment and the total energy consumption of an economy? Analyses of that kind will be part of our future research work.

## 9. REFERENCES

- [1] Apel, H. 1975. Die Grenzen von System Dynamics. *Wirtschaftsdienst* 8 (1975), 411-414.
- [2] Akkermans, H. and Oorschot, K. 2005. Relevance assumed: a case study of balanced scorecard development using system dynamics. *Journal of the Operational Research Society*, 56, 12 (2005), 5, 931-941.
- [3] Barber, E. 2008. How to measure the „value“ in value chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 38, 9 (2008), 685-698.
- [4] Blecken, A., Hellingrath, B., Dangelmaier, W., and Schulz, S. 2009. A humanitarian supply chain process reference model. *International Journal of Services Technology and Management* 12, 4 (2009), 391-413.
- [5] Brewer, P. C. and Speh, T. W. 2000. Using the balanced scorecard to measure supply chain performance. *Journal of Business Logistics* 21, 1 (2000), 75-93.
- [6] Capelo, C. and Dias, J. F. 2009. Improving learning and performance with the balanced scorecard. *System Dynamics Review* 25, 1 (2009), 1-34.
- [7] Carter, C. and Rogers, D. S. 2008. A framework of sustainable supply chain management moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 38, 5 (2008), 360-387.
- [8] Coyle, R.G. 1996. *System Dynamics Modelling – A Practical Approach*, London, 1996.
- [9] Dias-Sardinha, I. and Reijnders, L. 2005. Evaluating environmental and social performance of large Portuguese companies a balanced scorecard approach. *Business Strategy and the Environment* 14, 2 (2005), 73-91.
- [10] Elkington, J. 2004. Enter the triple bottom line. In Henriques, A., Richardson, J. (eds.) *The Triple Bottom Line: Does It All Add up?* Earthscan, London, 1-16.
- [11] Figge, F., Hahn, T., Schaltegger, S. and Wagner, M. 2002. The sustainability balanced scorecard. Linking sustainability management to business strategy. *Business Strategy and the Environment* 11, 5 (2002), 269-284.
- [12] Forrester, J. W. 1994. System Dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Review* 10, 2-3, (1994), 245-256.
- [13] Georgiadis, P. and Besioua, M. 2008. Sustainability in electrical and electronic equipment closed-loop supply chains A System Dynamics approach. *Journal of Cleaner Production* 16, 15 (2008), 1665-1678.
- [14] Harland, C. M. 1996. Supply chain management relationships, chains and networks. *British Journal of Management* 7, 1 (1996), 63-80.
- [15] Harzing, A. W. *Journal quality list*. Thirty-fourth edition. <http://www.harzing.com>
- [16] Hertwich, E.G. 2005. Consumption and the Rebound Effect. *Journal of Industrial Ecology* 9, 1-2 (2005), 85-98.
- [17] Hervani, A. A., Helms, M. M., and Sarkis, J. 2005. Performance measurement for green supply chain management. *Benchmarking: An International Journal* 12, 4 (2005), 330-353.
- [18] Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., and Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. *MISQ* 28, 1 (2004), 75-105.
- [19] Horváth & Partners (eds.). 2007. *Balanced Scorecard umsetzen*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- [20] Horváth, P. and Kaufmann, L. 2007. Balanced Scorecard – ein Werkzeug zur Umsetzung von Strategien. *HBM* 20, 5 (1998), 39-48.
- [21] Hügens, T. 2008. *Balanced Scorecard und Ursache-Wirkungsbeziehungen*. Gabler, Wiesbaden.
- [22] Kaplan, R. S. and Norton, D. P. 1996. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *HBR* 74, 1 (1996), 75-78.

- [23] Legasto, A. A. and Maciariello, J. 1980. System Dynamics A Critical Review. In Machol, R. E. (ed.) System Dynamics. TIMS Studies in the Management Sciences, vol. 14. Elsevier, Amsterdam, 23-43.
- [24] Lim, S. H. 2007. Rations of Supply Chain Management Performance and Sustainable Collaboration using Balanced Scorecard under the e-Business Context. IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. 7, 2, 43-48.
- [25] Matos, S. and Hall, J. 2007. Integrating sustainable development in the supply chain: The case of life cycle assessment in oil and gas and agricultural biotechnology. Journal of Operations Management 25, 6 (2007), 1083-1102.
- [26] Maxwell, D. and van der Vorst, R. 2003. Developing sustainable products and services. Journal of Cleaner Production 11, 8 (2003), 883-895. Möller, A. and Schaltegger, S. 2005. The sustainability balanced scorecard as a framework for eco-efficiency analysis. Journal of Industrial Ecology 9, 4 (2005), 73-83.
- [27] Melville, N. P. 2010. Information Systems Innovations for Environmental Sustainability. MIS Quarterly, 34, 1 (2010), 1-21.
- [28] Noerrekli, H. 2000: The balance on the balanced scorecard – a critical analysis of its assumptions. Management Accounting Research, 11, 1 (2000), 65 – 88.
- [29] Richert, J. 2006. Performance Measurement in Supply Chains. Balanced Scorecard in Wertschöpfungsnetzwerken. Gabler, Wiesbaden.
- [30] Ruzzenentia, F. and Basosi, R. 2008. The rebound effect: An evolutionary perspective. Ecological Economics 67, 4 (2008), 526-537.
- [31] Seuring, S. and Müller, M. 2007. Core issues in sustainable supply chain management – a Delphi study. Business Strategy and the Environment 17, 8 (2007), 455-466.
- [32] Siepermann, C. and Vockeroth, J. 2008. Gestaltungsansätze einer Netzwerk-Balanced Scorecard. In Becker, J., Knackstedt, R., and Pfeiffer, D. (eds.) Wertschöpfungsnetzwerke. Springer, Heidelberg, 109-132.
- [33] Sikdar, S. K. 2003. Sustainable development and sustainability metrics. AIChE Journal 49, 8 (2003), 1928-1932.
- [34] Srivastava, S. K. 2007. Green supply-chain management a state-of-the-art literature review. International Journal of Management Reviews 9, 1 (2007), 53-80.
- [35] Teuteberg, F. and Wittstruck, D. 2010. A Systematic Review of Sustainable Supply Chain Management Research: What is there and what is missing? In Proceedings of Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (Göttingen, Germany, February 23-25, 2010). MKWI 2010. Universitätsverlag Göttingen, Göttingen, 1001-1015.
- [36] Varian, H. 1997. How to Build an Economic Model in Your Spare Time. In Szenberg, M. (ed.) Passion and Craft: Economists at Work. University of Michigan Press, Ann Arbor, 256-271.
- [37] Wall, F. 2001. Ursache-Wirkungsbeziehungen als ein zentraler Bestandteil der Balanced Scorecard - Möglichkeiten und Grenzen ihrer Gewinnung. Controlling. 8, 2 (2001), 65 – 74.
- [38] Wallenburg, C. and Weber, J. 2006. Ursache-Wirkungsbeziehungen der Balanced Scorecard – Empirische Erkenntnisse zu ihrer Existenz. Controlling & Management. 9, 4 (2006), 245 – 256.
- [39] Wittstruck, D. and Teuteberg, F. 2010. Ein Referenzmodell für das Sustainable Supply Chain Management. Zeitschrift für Management, 5, 2 (2010), 141-164.





# Track 3: Information Management

Helmut Krcmar  
TU Munich  
Boltzmannstr. 3  
85748 Garching, Germany  
Krcmar@in.tum.de

Detlef Schoder  
University of Cologne  
Pohligstr. 1  
50969 Cologne, Germany  
Schoder@wim.uni-koeln.de

## EDITORIAL

### 1. CHANGES TO INFORMATION MANAGEMENT

The field of “Information Management” is subject to ongoing technological, economical, cultural, and political changes that demand a broader research perspective. Examples of intra-company challenges for information management research include discussion of the value of IT and discussion of optimal sourcing strategies. Even the roles of IT staff (e.g., the CIO) and IT departments have become a topic of continual (re)assessment.

Questions regarding the organization and impact of new business models, innovative supply-chain networks, and inter-organizational information management are increasingly arising. Recent examples show that new information and communication technologies, as well as innovative business models, can create a competitive advantage if they are applied in a well directed, intentional way. In particular, the intentional opening of once closed and internal information resources to suppliers, partners, customers, or even competitors deserves closer attention. New challenges arise, for example, managing risk in industry-spanning supply-chain networks or finding the optimal degree of information visibility. There are few information management and strategic management theories and methods to describe, explain, and predict such phenomena.

### 2. TRACK STATISTICS

The demand for a broader research perspective and new questions was also reflected in the wide range of topics among the 70 submissions to track no. 3 on “Information Management” at the 10<sup>th</sup> International Conference on Wirtschaftsinformatik, 2011.

More than 100 reviewers and more than 20 associate editors contributed to the reviewing process for this track and ensured that the conference’s high reviewing standards would be met. Ultimately, 20 were accepted for the track.

### 3. TOPICS OF ACCEPTED PAPERS

Drawn from a large pool of high-quality submissions, the accepted papers cover a broad spectrum of research topics in information management. A considerable number of the accepted articles deal with topics around IT/IS strategy such as M&A-driven IT transformation, IT value propositions, and project portfolio decisions. The track also includes articles on traditional research topics related to production systems and product configuration. Three of the accepted articles address the broad area of IT service management and answer questions regarding the design of and industrialization of IT services. Further, articles related to outsourcing, a central area in IS research, continue to advance knowledge in this important field. Emerging topics for this year’s WI conference include cloud computing and open innovation. Finally, research in the area of compliance, such as business process compliance, governance, and security, address important and timely issues.

### 4. ACKNOWLEDGEMENT

We wish to thank everyone who has been involved for the successful track. In particular, we thank all authors who submitted their work to our track, who constitute the core of the scientific program. Furthermore, we express our thanks to all the reviewers and associate editors who contributed to the research community through their diligent work. Special thanks are due to Roman Tilly, Christoph Riedl, and Kai Fischbach, who helped organize the track at WI 2011.



# **Industrialisierung von IT-Dienstleistungen: Anwendung industrieller Konzepte und deren Auswirkungen aus Sicht von IT-Dienstleistern**

Jörg Becker

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
European Research Center for Information Systems  
Leonardo-Campus 3  
D-48149 Münster  
+49 251 83 38100

becker@ercis.uni-muenster.de

Daniel Venker

Deloitte Consulting GmbH  
Schwannstr. 6  
40476 Düsseldorf  
+49 211 8772 3582

dvenker@deloitte.de

Jens Pöppelbuß

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
European Research Center for Information Systems  
Leonardo-Campus 3  
D-48149 Münster  
+49 251 83 38069

jens.poeppelbuss@ercis.uni-muenster.de

Lars Schwarze

Deloitte Consulting GmbH  
Franklinstraße 46 - 48  
60486 Frankfurt  
+49 69 97137 311

lschwarze@deloitte.de

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Industrialisierung des produzierenden Gewerbes sorgte bereits Anfang des 19. Jahrhunderts für einen Produktivitätszuwachs und steigende Qualität bei sinkenden Kosten. IT-Dienstleistungen unterliegen durch verstärkte Standardisierung und Automatisierung sowie Übertragung weiterer industrieller Konzepte zurzeit ebenso einem Industrialisierungsprozess.

Dieser Beitrag untersucht anhand beispielhaft ausgewählter IT-Dienstleister, ob und wie diese bereits Industrialisierungsansätze aufgreifen und welche Effekte sie mit diesen verbinden. Hierzu werden sechs Ansätze der Industrialisierung identifiziert und hinsichtlich ihrer Anwendung und Auswirkung auf Kosten, Qualität und Produktivität der Leistungserstellung hinterfragt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass Ansätze wie Prozessstandardisierung, Modularisierung und Qualitätsmanagement bereits verbreitet adaptiert werden. Diesen etablierten Ansätzen wird eine positive Wirkung auf Kosten, Produktivität und Qualität zugesprochen. In den Augen der Befragten wird die Industrialisierung von IT-Dienstleistungen weiter fortschreiten. Sie sehen insbesondere in den Bereichen Sourcing, Automatisierung, Prozessstandardisierung und Modularisierung weitere Industrialisierungspotenziale.

## **SCHLÜSSELWÖRTER**

IT-Dienstleistung, IT-Service, IT-Produkt, IT-Industrialisierung, Automatisierung, Modularisierung, IT-Dienstleister

## **1. EINLEITUNG**

Der wachsende Kosten- und Qualitätsdruck zwingt die IT-Branche zunehmend, ihre Effizienz zu verbessern. Ähnlichen Herausforderungen sah sich bereits Anfang des 19. Jahrhunderts das produzierende Gewerbe gegenüber. Damals sorgte die Industrialisierung für einen enormen Produktivitätszuwachs und steigende Qualität bei sinkenden Kosten. Während die Informationstechnologie (IT) zunächst wesentlich zur Industrialisierung anderer Wirtschaftszweige beigetragen hat, ist sie zunehmend selbst Gegenstand eines Industrialisierungsprozesses [33, S. 1]. Dabei ist die Industrialisierung insbesondere in der Hardwarebranche bereits fortgeschritten, wohingegen die Industrialisierung von IT-Dienstleistungen bis dato weniger Beachtung fand [33, S. 1-4].

Die Entwicklung und Erbringung von IT-Dienstleistungen erfährt in vielen Bereichen eine verstärkte Standardisierung und Automatisierung sowie Übertragung weiterer bewährter industrieller Konzepte. Effizienzsteigerung durch die Anwendung industrieller Konzepte ist zu einem wesentlichen Wettbewerbsfaktor für IT-Dienstleister geworden [26, S. 274]. Technologischer Fortschritt, der sich u. a. in Virtualisierung und Cloud Computing widerspiegelt, ermöglicht neue Wege der Dienstleistungserbringung. Durch eine kosten-, qualitäts- und zeitoptimale Erbringung von IT-Dienstleistungen können außerdem Kapazitäten für die Entwicklung und Implementierung innovativer Leistungsangebote freigesetzt werden [26, S. 255].

Forschungsziel des vorliegenden Beitrags ist es, anhand einer exemplarischen Auswahl von IT-Dienstleistern zu untersuchen, ob Konzepte der Industrialisierung bereits aufgegriffen werden und wie sich die Anwendung dieser Konzepte nach Ansicht der Befragten auf Kosten, Qualität und Produktivität der Leistungserstellung auswirkt. Zunächst werden sechs grundsätzliche Ansätze der Industrialisierung von IT-Dienstleistungen identifiziert (Abschnitt 2). Im Anschluss wird das Vorgehen der Untersuchung vorgestellt, in deren Rahmen zwölf IT-Manager und Produktverantwortliche von zehn in Deutschland agierenden IT-

Dienstleistern befragt wurden. Es werden Ergebnisse zur Anwendung und Auswirkung der Industrialisierungsansätze bei diesen IT-Dienstleistern präsentiert und Meinungen der Befragten zum Fortgang der Industrialisierung von IT-Dienstleistungen zusammengefasst (Abschnitt 3). Der Beitrag schließt mit einem Fazit und gibt einen Ausblick auf weiterführende Forschungsarbeiten (Abschnitt 4).

## 2. DIE INDUSTRIE ALS VORBILD FÜR IT-DIENSTLEISTER

### 2.1 IT-Dienstleister

Die Begriffe (IT-)Dienstleistung und Industrialisierung erscheinen zunächst gegensätzlich, wird der Begriff Industrialisierung doch häufig nur mit der Sachleistungsproduktion verbunden. Ausgehend vom sekundären Sektor sind jedoch in allen Sektoren Industrialisierungsprozesse aufgetreten; dies gilt auch für den tertiären bzw. Dienstleistungssektor [4].

Dienstleistungen im Allgemeinen sind selbstständige, marktfähige Leistungen, die interne und externe Faktoren kombinieren, um an Menschen und deren Objekten nutzenstiftende Wirkungen zu erzielen [23, S. 19]. Eine IT-Dienstleistung liegt dann vor, wenn IT-Systeme oder andere IT-bezogene Faktoren bedeutsam als Potenzialfaktoren zur Sicherstellung der Leistungsbereitschaft oder als externe Faktoren in den Leistungserstellungsprozess eingebunden sind [2, S. 30ff.].

IT-Dienstleister sind spezielle Dienstleistungsunternehmen, die wiederum sehr unterschiedlich ausgerichtet sein können. Am Markt angeboten wird eine große Menge verschiedener IT-Dienstleistungen. Eine mögliche Kategorisierung von IT-Dienstleistern ergibt sich anhand der Art ihrer Geschäftsbeziehung und der Art ihrer Leistungserstellung.

Hinsichtlich ihrer Geschäftsbeziehung unterscheiden sich interne und externe IT-Dienstleister. Interne IT-Dienstleister sind i. d. R. IT-Abteilungen, die durch einen hierarchischen Koordinationsmechanismus auf Auftrags- und Projektbasis mit ihrem Unternehmen bzw. Mutterkonzern in Beziehung stehen [11, S. 25]. Externe IT-Dienstleister sind unabhängig von ihrem Abnehmer. Der Abgleich von Angebot und Nachfrage ergibt sich durch den Wettbewerb im Markt. Zwischen den Reinformen interner und externer IT-Dienstleister gibt es ein Kontinuum möglicher Geschäftsbeziehungen: es existiert ein Trend der Entwicklung von IT-Abteilungen zu eigenständigen IT-Dienstleistern durch die Ausgründung von IT-Tochterfirmen oder Servicegesellschaften [36, S. 10]; darüber hinaus bieten interne Dienstleister ihre Leistungen z. B. auch externen Kunden an bzw. Kunden beziehen Leistungen nicht ausschließlich bei ihrem internen Dienstleister.

IT-Dienstleister können sowohl Gemeinsamkeiten mit Industrie- als auch Dienstleistungsunternehmen aufweisen [35, S. 11]. In Anlehnung an Thomas [29, S. 160 f.] lassen sich die angebotenen Leistungen als „equipment based“ oder „people based“ charakterisieren. Hierbei beschreibt „equipment based“ eine starke Rolle der IT im Rahmen der Leistungserstellung, die hierdurch zu einer Art industrieähnlicher Dienstleistungsproduktion wird. IT-Dienstleister mit industrieller Dienstleistungsproduktion zeichnen sich durch einen hohen Grad der Automatisierung und Standardisierung der Dienstleistungsprozesse und standardisierte Leistungen aus. Typische IT-Dienstleistun-

gen dieser Gruppe sind IT-Infrastrukturdienstleistungen, IT-Arbeitsplatzdienstleistungen, Geschäftsprozessdienstleistungen, Unterstützungs- und Wartungsdienstleistungen [35, S. 11 f.].

IT-Dienstleister mit personeller Leistungserstellung nutzen vor allem menschliche Fähigkeiten zur Erbringung der Dienstleistungen. Diese, oftmals auch als Professional Services bezeichneten IT-Dienstleistungen, weisen im Wesentlichen eine hohe Wissensintensität, den Einsatz hochqualifizierter Spezialisten, kundenindividuelle Anpassungen sowie eine intensiven Kommunikation und Interaktion zwischen Dienstleister und Kunde auf [22, S. 18]. Typische IT-Dienstleistungen dieser Art sind Beratungs- und Systemintegrationsleistungen.

		Art der Leistungserstellung	
		IT-Dienstleister mit industrieller Leistungserstellung	IT-Dienstleister mit personeller Leistungserstellung
Art der Geschäftsbeziehung	interner IT-Dienstleister	<b>Kategorie I</b> Interner IT-Dienstleister mit industrieller Leistungserstellung	<b>Kategorie II</b> Interner IT-Dienstleister mit personeller Leistungserstellung
	externer IT-Dienstleister	<b>Kategorie III</b> Externer IT-Dienstleister mit industrieller Leistungserstellung	<b>Kategorie IV</b> Externer IT-Dienstleister mit personeller Leistungserstellung

Abb. 1: Kategorisierung von IT-Dienstleistern

### 2.2 Grundprinzipien der Industrialisierung

Unter Industrialisierung im Allgemeinen kann ein, von gesellschaftlichen und technischen Änderungen angestoßener Prozess verstanden werden, der die Ausbreitung der Industrie und das Aufkommen von hochproduktiven industriellen Methoden umfasst und dadurch wesentliche gesellschaftliche Änderungen mit sich bringt [6, S. 253 f., 9, S. 15-24, 25, S. 9 f.]. Als Pioniere der industriellen Leistungserstellung gelten Frederick W. Taylor und Henry Ford [21, S. 7]. Ersterer beschäftigte sich insbesondere mit der Analyse und Aufteilung von Arbeitsprozessen [28]. Ford setzte die industrielle Leistungserstellung in Form der Fließbandfertigung um [19, S. 155 ff.]. Diese Ansätze besitzen trotz vorhandener Kritik [18, S. 614, 31, S. 8 f.] auch aktuell noch Gültigkeit [25, S. 15.]. Aus ihnen entwickelten sich grundlegende Prinzipien der Industrialisierung, wie z. B. Standardisierung, Automatisierung und Spezialisierung.

Das Prinzip der *Standardisierung* kann sich sowohl auf eine Leistung (Produktstandardisierung) als auch auf ihren Erstellungsprozess (Prozessstandardisierung) beziehen. Standardisierte Leistungen sind Voraussetzung für die Standardisierung von Prozessen und Instrumenten [7, S. 152, 34, S. 1897 f.], d. h. die Zerlegung und Normierung von Arbeitsgängen und Arbeitsinstrumenten [25, S. 13]. Die hierdurch erreichbare Vielfaltssreduktion wirkt sich positiv auf die Gesamtproduktionsmenge sowie die Qualität und Kompatibilität der Produkte aus [34, S.

1899]. Durch Skaleneffekte können Kostensenkungen realisiert werden.

Anstatt einer reinen Produktstandardisierung verfolgen viele produzierende Unternehmen heute eine standardisierte Individualisierung von Produkten [20, S. 77 f.]. Hierzu sieht die *Modularisierung* die Konzeption von Bausteinen vor, die kombiniert werden können, um verschiedene Produktvarianten herzustellen [24, S. 197]. Die Modularisierung stellt hierdurch die Basis für die kundenindividuelle Massenproduktion (eng. Mass Customization) dar [24, S. 161].

Unter *Automatisierung* lässt sich die Substitution von menschlicher – sowohl körperlicher als auch geistiger – Arbeitskraft durch maschinelle Arbeitskraft mit dem Ziel der Rationalisierung verstehen [5, S. 20, 27, S. 204]. Durch Automatisierung werden Produktivitätssteigerungen und Kostensenkungen erwartet. Ein automatisierter Prozess kann zudem der Qualitätssicherung dienen, da der Einfluss des (Unsicherheits-)Faktors Mensch reduziert wird [27, S. 208].

Verstärkte Arbeitsteilung und Automatisierung führen durch die Zuordnung und Bündelung von zusammengehörenden oder ähnlichen Arbeitstätigkeiten zu spezifischen Stellen zu einem höheren Grad der Spezialisierung. In der Folge konzentrieren sich Unternehmen häufig auf ihre *Kernkompetenzen*. Die Produktion von strategisch und/oder technisch weniger wichtigen Produkten und Leistungen wird vermehrt an Externe ausgelagert [25]. Zur Komplexitätsminimierung werden ganze Baugruppen von spezialisierten System- oder Modullieferanten bezogen. Die Komposition und Beschaffung von einzelnen Leistungen, Baugruppen und anderen Produkten gewinnt hierdurch als Managementaufgabe an Bedeutung. Durch zunehmende Spezialisierung und der mit ihr einhergehenden Konzentration auf Kernkompetenzen wird eine Steigerung der Produktivität angestrebt [25, S. 14]. Die verbesserte Beherrschung von Arbeitsaufgaben kann ferner zu Qualitätsverbesserungen führen.

Abschließend lässt sich auch die Idee der *kontinuierlichen Verbesserung* als ein Prinzip der Industrialisierung einordnen. Diese Idee ist zentral für neuere Managementansätze wie Total Quality Management (TQM) und Lean Management [25, S. 17 f.]. Unter kontinuierlicher Verbesserung wird das umfassende Management von Qualität durch konsequente Kundenorientierung und proaktive Produkt- und Prozessverbesserungen verstanden [15, S. 5, 25, S. 18].

## 2.3 Industrialisierung von IT-Dienstleistungen

Die Industrialisierung der Informationstechnologie (IT) beschreiben von Jouanne-Diedrich, Zarnekow und Brenner [32, S. 18] als die „Automatisierung und Standardisierung des IT-Leistungserstellungsprozesses durch die Übertragung bewährter Methoden und Prozesse aus dem Bereich der industriellen Fertigung“. Bei Hardware handelt es sich im Wesentlichen um materielle, lagerbare Sachgüter, deren Herstellung stark industrialisiert ist. Die Softwareentwicklung greift ebenso in hohem Ausmaß industrielle Prinzipien auf, indem Entwicklungsprozesse standardisiert, Qualitätsmanagementansätze zunehmend etabliert und Programmteile modularisiert werden. Ansätze wie bspw. Model-Driven Architecture (MDA) verdeutlichen darüber hinaus das Streben nach zunehmender Automatisierung.

Für die Industrialisierung von IT-Dienstleistungen lässt sich keine präzise Begriffsdefinition identifizieren, obwohl der Begriff bereits in der Literatur verwendet wird [15, 26, 33]. Im Fokus steht die Übertragung der Grundprinzipien der Industrialisierung auf IT-Dienstleistungen [15, S. 5, 26, S. 255, 35, S. 1-4]. Hierbei kann der Anwendungsfokus der Prinzipien variieren. Während Zarnekow et al. [36, S. 31-36] die Grundprinzipien auf die Leistungserstellung anwenden, befassen sich von Jouanne-Diedrich et al. [32] mit der Industrialisierung des IT-Sourcings. Hulvej [17] wiederum bezieht sich auf die Entwicklung von IT-Dienstleistungen mithilfe industrieller Konzepte. Zusammengefasst beschreibt die Industrialisierung von IT-Dienstleistungen die Veränderungen in der Beschaffung, Entwicklung, Erstellung und dem Absatz von Leistungen sowie unterstützenden Querschnittsfunktionen des IT-Dienstleisters durch die Adaption von bewährten Konzepten aus der industriellen Fertigung.

Die Anwendung von Konzepten aus der industriellen Fertigung ist durch bestimmte Ziele der IT-Dienstleister motiviert. Zarnekow [35, S. 36 f.] identifiziert als Zielsetzungen, die sowohl für interne als auch externe IT-Dienstleister gelten, Produktivitätssteigerung, Qualitätssteigerung und Kostenreduktion. Je nach IT-Dienstleister kann es weitere Ziele geben [11, S. 124 f.]. Externe IT-Dienstleister werden bspw. nach einer Gewinnmaximierung streben, während dieses Ziel für interne IT-Dienstleister in Konflikt mit den Zielen der übergeordneten Unternehmen stehen könnte.

## 2.4 Sechs Ansätze der Industrialisierung von IT-Dienstleistungen

Im Folgenden werden sechs Ansätze der Industrialisierung von IT-Dienstleistungen identifiziert, die auf den zuvor dargestellten Prinzipien der Industrialisierung aufbauen. Es handelt sich hierbei im Wesentlichen um Managementansätze und Methoden, die sich im Rahmen der industriellen Güterfertigung bewährt haben und in einschlägiger Literatur bereits für die Übertragung auf IT-Dienstleistungen diskutiert werden [15, 26].

Die (1) *Produktstandardisierung* und die mit ihr einhergehende Produktorientierung stehen für die Vermarktung von IT-Dienstleistungen als Produkte und im Gegensatz zu einer Abrechnung auf Projekt- oder Rechenkapazitätsbasis. Als primäre Treiber für die verstärkte Produktstandardisierung und -orientierung bei der Erbringung von IT-Dienstleistungen identifizieren Übernickel et al. [30, S. 1] Kundenanforderungen nach gesteigerter Qualität und Kostentransparenz. Die Beschreibung eines IT-Produktes nennt dem Leistungsabnehmer Produktfunktion, -qualität, -menge und -preis [35, S. 45]. Die konkrete Nutzenstiftung ist für den Abnehmer entscheidend [14, S. 34, 36, S. 18]. Zur Verwaltung und Kundeninformation werden Produkte in einem Produktkatalog verzeichnet. Hierdurch lassen sich Qualität und Kostentransparenz erhöhen [36, S. 88].

In Zusammenhang mit der Produktorientierung steht die Kosten- und Leistungsrechnung (KLR), die in der industriellen Fertigung vollständig etabliert ist, sich aber in der IT-Dienstleistungserbringung noch nicht in gleichem Maße verbreitet hat [36, S. 35]. Für die erfolgreiche Vermarktung von IT-Produkten ist es notwendig, ihren Preis ermitteln zu können. Insbesondere der zunehmende Kosten- und Wettbewerbsdruck zwingt IT-Dienstleister dazu, ihre Kosten exakt bestimmen zu können. Damit IT-Dienstleister in der Lage sind, technische Größen wie

Rechenleistungen und Speicherkapazitäten in Kosten von IT-Produkten zu überführen, schlagen Zarnekow et al. [36, S. 35] eine Übertragung von Konzepten der KLR vor. Diese sind u. a. Prozesskostenrechnung, Verrechnung von Einzel- und Gemeinkosten sowie Deckungsbeitragsrechnung. Hilfreich können auch lebenszyklusorientierte Managementkonzepte sein [36, S. 137-145].

Als Auswirkungen der Produktorientierung wird erwartet, dass die Qualität durch die klare Definition von Produkteigenschaften gesteigert und Kosten durch die Anwendung von KLR-Methoden gesenkt werden können.

Die (2) *Prozessstandardisierung* ist ein wesentlicher Ansatz und primärer Treiber der Industrialisierung der IT [33, S. 6]. Sie bezeichnet die Verfahrensstandardisierung durch den Einsatz von Frameworks und Referenzmodellen. Modelle wie z. B. Control Objectives for Information and Related Technology (COBIT) und IT Infrastructure Library (ITIL) tragen maßgeblich zur Industrialisierung von IT-Dienstleistungen bei [26, S. 256].

Aus der Vereinheitlichung von Prozessen resultieren erhöhte Transparenz und Kompatibilität sowie verringerte Komplexität [33, S. 4-6]. Eine erhöhte Kompatibilität ermöglicht eine vereinfachte Prozesskommunikation, auch über Unternehmensgrenzen hinweg. Daher lassen sich viele IT-Dienstleister nach Standards (z. B. CMMI, ITIL, SAS-70) zertifizieren, wodurch sich die Zusammenarbeit mit andern Unternehmen, bspw. im Rahmen eines Outsourcing-Vertrags, erheblich verbessern lässt [15, S. 5]. Kostensenkungen ergeben sich primär durch die in den Modellen beschriebenen Best-Practices zur Gestaltung von Prozessen [26, S. 269]. Als Auswirkungen der Prozessstandardisierung werden demnach Qualitätsverbesserung und Kostenreduktion erwartet.

Die (3) *Modularisierung* bietet die Möglichkeit, den Forderungen der Kunden nach hochgradig individualisierten IT-Dienstleistungen zum Preis eines Standardprodukts zu begegnen. Hierfür nutzen IT-Dienstleister zunehmend modulare Produktarchitekturen [3, 45]. Zentral ist die Idee der kundenindividuellen Massenproduktion. Brown und Karamouzis [8, S. 1] beschreiben diese Veränderung als „...fundamental shift in services delivery to mass-customized solutions.“ Mithilfe definierter Module und Schnittstellen wird ein Serviceprodukt zusammengestellt und kann anschließend gemäß Kundenanforderungen weiter konfiguriert werden [3, S. 48]. Die Standardisierung und Dekomposition von IT-Dienstleistungen in einzelne Module hat dabei sowohl Vor- als auch Nachteile, die für jede Dienstleistung abgewogen werden müssen. Durch eine Modularisierung erhoffen sich IT-Dienstleister insgesamt positive Auswirkungen auf Qualität, Kosten und Produktivität ihrer Leistungserbringung.

Die Idee der Modularisierung stammt nicht ausschließlich aus der industriellen Fertigung. Einflüsse aus der Softwareentwicklung haben die Modularisierung ebenfalls vorangetrieben. Dort ist sie ein gebräuchliches Konzept [1, S. 572 f., 33, S. 5].

Die (4) *automatisierte und integrierte Leistungserstellung* überträgt die Idee der Fließbandproduktion auf die eigentliche Leistungserstellung bzw. Dienstleistungsproduktion des IT-Dienstleisters. Im Fokus steht hier insbesondere die Automatisierung von standardisierten Prozessen (z. B. eines Eskalationsprozesses nach ITIL, siehe [13, S. 219]). In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, dass sich Methoden und Systeme der

Produktionsplanung und -steuerung (PPS) zum Teil auf IT-Dienstleistungen anwenden lassen [36, S. 34]. Ein Beispiel für den Einsatz von PPS im Zusammenhang mit IT-Dienstleistungen geben Ebert et al. [12].

Die Automatisierung der Leistungserstellung in der Fließband- bzw. Massenproduktion führte zu der Erkenntnis, dass der Großteil der Gesamtkosten einer Leistung zwar in der Phase der Produktion entsteht, aber vor allem vorab durch Entwurfsentscheidungen bereits festgelegt wird [36, S. 34]. Ist eine IT-Dienstleistung erst einmal in der Produktionsphase, sind die Kosten für eine Änderung zehnmal so hoch, wie in den Phasen Planung und Entwicklung [14, S. 38]. Zarnekow et al. [36, S. 34f.] schlagen vor, mit Value Engineering (dt. Wertanalyse) und Simultaneous Engineering konkrete Ansätze der integrierten Leistungserstellung aus der Industrie zu adaptieren. Die Wertanalyse ist eine Methode, um ein Produkt mit bestimmten Funktionen zu den minimalen Kosten herzustellen. Sie wird als Methode zur Rationalisierung und Kostensenkung sowohl in der produzierenden Industrie als auch bei Dienstleistungsunternehmen eingesetzt [36, S. 145]. Ein Anwendungsbeispiel liefern Zarnekow et al. [36, S. 150 ff.] mit der Wertanalyse eines E-Mail-Service. Im Rahmen des Simultaneous Engineering werden Teile der Entwicklung parallelisiert sowie funktionsübergreifende Entwicklungsteams gebildet. Es wird versucht, Probleme durch interdisziplinäre Ansätze zu lösen [17, S. 13-16]. Beispiele für die erfolgreiche Anwendung des Simultaneous Engineering für IT-Dienstleistungen gibt Hulvej [17].

Es wird angenommen, dass die integrierte Betrachtung insbesondere die Qualität von IT-Dienstleistungen und die Automatisierung vor allem die Produktivität der IT-Dienstleister erhöhen können.

Das (5) *Sourcing* repräsentiert die Konzentration auf Kernkompetenzen. Durch steigende Standardisierung und Modularität verbessern sich die Integrationsmöglichkeiten von eigenen aber auch fremden IT-Leistungen [14, S. 43], sodass Fremdleistungen vermehrt zugekauft werden können. Neben diesen verbesserten Bedingungen identifiziert Hochstein [14, S. 43] Möglichkeiten der Kostensenkung und Qualitätsverbesserung als Treiber dieser Entwicklung.

Für das Sourcing bietet sich die Übertragung von Konzepten der industriellen Beschaffung bzw. Industrie-Logistik an [15, S. 5, 32, S. 18]. Zu nennen sind hier Methoden zur Unterstützung von Outsourcing-Entscheidungen und Lieferantenauswahl, wie z. B. ABC-Analyse [14, S. 91], Nutzwertanalyse [32, S. 21] und ein Portfoliomanagement zur Unterscheidung zwischen Commodities und strategisch wichtigen Leistungen [35, S. 2].

Das (6) *Qualitätsmanagement* greift das Prinzip der kontinuierlichen Verbesserung auf. Die Qualität der IT-Dienstleistungen ist zu messen und Verbesserungsmaßnahmen sind ggf. zu ergreifen. Zur Messung der Dienstleistungsqualität existiert eine Vielzahl von Verfahren, z. B. die Messung der Kundenzufriedenheit [23, S. 195 f.]. Eine weitere Möglichkeit stellt das Monitoring der Leistungserstellung dar, insbesondere in Verbindung mit einzuhaltenden Service Level Agreements (SLA).

Die Übertragung von Methoden des Qualitätsmanagements aus der Industrie ist ein Indikator für eine Industrialisierung von IT-Dienstleistungen. Obwohl bei der IT-Leistungserstellung die Qualität aktuell bereits einen hohen Stellenwert einnimmt, weisen die eingesetzten IT-Qualitätsmanagementansätze eine starke

Phasenorientierung auf [36, S. 35]. Ansätze aus der industriellen Güterfertigung dagegen stellen wesentlich umfassendere Methoden dar. Zarnekow et al. [36, S. 36] nennen als Beispiele Total Quality Management (TQM) und Six Sigma. Der erwartete Effekt eines Qualitätsmanagements nach industriellem Vorbild ist eine Qualitätsverbesserung der erbrachten IT-Dienstleistungen.

### 3. BEFRAGUNG ZU ANWENDUNG UND AUSWIRKUNGEN DER INDUSTRIALISIERUNGSANSÄTZE

#### 3.1 Vorgehen

Um einen Einblick in den Einsatz der industriellen Ansätze durch IT-Dienstleister zu erhalten, wurden zwölf Vertreter von zehn in Deutschland tätigen Unternehmen befragt. Ziel dieser Befragung war es einerseits, stichprobenhaft die Anwendung von industriellen Ansätzen zu untersuchen. Andererseits wurden deren Auswirkungen anhand der Kriterien Qualität, Kosten und Produktivität (vgl. Abschnitt 2.3) erfragt. Die Einschätzung dieser Auswirkungen beruht auf dem Wissen und den Erfahrungen der Befragten. Es existieren im Dienstleistungsmanagement zwar Methoden zur Messung von Qualität, Preis und Produktivität [10, S. 273-303, 16, S. 103-121, 23, S. 185-216], begründet durch den explorativen Charakter dieser Arbeit kamen diese jedoch nicht zum Einsatz.

Für die semi-strukturierten Interviews wurde ein Leitfaden erstellt, der sich in Abschnitte zu den sechs Industrialisierungsansätzen gliederte. Die Fragenblöcke adressierten den Einsatz der jeweiligen Ansätze und ihre erfahrungsgemäßen Auswirkungen. Abschließend wurde von den Gesprächspartnern ein persönlicher Ausblick zur Industrialisierung von IT-Dienstleistungen erbeten. Die Durchführung der ca. 60 Minuten dauernden Ge-

sprache erfolgte in acht Fällen telefonisch. Zwei der Interviews fanden als persönliches Gespräch statt. Zeitraum der Befragung war August 2009.

Für die Zuordnung der Aussagen zu den Unternehmen und Befragten wurden anonymisierte Bezeichner (z. B. „BANKING“), bzw. Bezeichner und Ziffer bei mehr als einem Gesprächspartner (z. B. „BANKING1“ und „BANKING2“) zugeordnet. Unabhängig von ihrem tatsächlichen Geschlecht werden die Befragten im Folgenden als „der Befragte“ bezeichnet.

Die befragten Unternehmen decken mit ihren Schwerpunkten drei der vier Kategorien von IT-Dienstleistern ab (vgl. Abschnitt 2.1). Für die IT-Dienstleister GLOBAL und SMALL war keine eindeutige Kategorisierung möglich, da beide sowohl industrielle als auch personelle IT-Dienstleistungen in nahezu gleichem Maße anbieten. Die Größe der Unternehmen ergibt ein heterogenes Bild. Die Zahl der in Deutschland tätigen Mitarbeiter der befragten Unternehmen liegt zwischen 90 und 5600 Mitarbeitern. Eine ähnliche Varianz zeigt sich auch in den Umsatzzahlen.

Alle Befragten verfügen über einen akademischen Hintergrund. Acht der Befragten absolvierten ein eher technisches oder naturwissenschaftliches Studium, wie bspw. Physik, Mathematik oder Informatik. Vier Befragten haben einen betriebswirtschaftlichen Hintergrund. Promoviert sind fünf der Teilnehmer. Bis auf eine Ausnahme (FUSION1) waren alle Teilnehmer zum Zeitpunkt der Befragung mindestens drei Jahre im Unternehmen tätig. Der Durchschnitt lag jedoch mit knapp acht Jahren weit darüber. Die Positionen, die die Befragten im Unternehmen einnahmen, unterschieden sich. POWER und FINANCE waren bspw. leitende Produkt-Manager. FUSION1, TRAVEL und SMALL waren als Geschäftsführer im jeweiligen Unternehmen tätig.

Tab. 1: Übersicht der befragten IT-Dienstleister geordnet nach ihrer Kategorisierung

Unternehmen	IT-Dienstleister-Kategorie <sup>1</sup>	Leistungsportfolio des IT-Dienstleisters	Umsatz <sup>2</sup> (in Mio. €)	Mitarbeiterzahl
BANKING (2 Befragte)	I (int ind)	IT-Services für Banken (u. a. Anwendungsentwicklung, Infrastruktur, Wartung)	600	1.500
FINANCE	I (int ind)	IT-Services für Banken (u. a. Anwendungsentwicklung, Infrastruktur, Wartung)	1.500	5.600
FUSION (2 Befragte)	I (int ind)	Standard-IT-Systeme, IT-Infrastruktur, Rechenzentren, Beratungsdienstl.	20	120
POWER	I (int ind)	SAP Customizing, Softwareeinführung, Individuallösungen, IT-Infrastruktur, Rechenzentren	k. A.	3.200 (2000 in D)
TRAVEL	I (int ind)	IT-Operations, Anwendungsentwicklung, IT-Beratung	100	430
GLOBAL	III (ext ind)	Verkauf von Hard- und Software, Systemintegration, Consulting, Managed Services, Software-Entwicklung, Outsourcing und IT-Infrastruktur-Dienstleistungen	k. A.	28.000 (350 in D)
BIG	III, IV (ext ind&pers)	Hard- und Software-Lösungen, Collaboration, Virtualisierung und globale Netze	36.000	66.000 (750 in D)
SMALL	III, IV (ext ind&pers)	SAP-Beratung, IT-Operations, Betrieb von Rechenzentren, IT-Infrastruktur	15	90
KNOWHOW	IV (ext pers)	Systemintegration, Consulting, IT-Management, Software Solutions, Web Applications, Communications	160	1.300
UNIT	IV (ext pers)	Beratungs- und Integrationsleistungen für IT-Infrastruktur, insb. Datacenter und Datenverarbeitung	45	250

<sup>1</sup> int/ext: interner/externer IT-Dienstleister; ind/pers: industrielle/personelle Leistungserstellung

<sup>2</sup> Gerundeter Umsatz in Millionen Euro; k. A.: keine Angabe.



## 3.2 Anwendung der Industrialisierungsansätze bei IT-Dienstleistern

Das zu Beginn eines jeden Interviews erfragte Verständnis der Industrialisierung von IT-Dienstleistungen variiert. Der Großteil der Befragten sieht in der Industrialisierung eine Zunahme der Standardisierung und Automatisierung, jedoch unterscheidet sich der Schwerpunkt der Aussagen. Während BANKING1 und BANKING2 die Standardisierung auf Prozesse beziehen, sprechen TRAVEL und BIG von standardisierten Leistungen. FUSION1 und FUSION2 sehen einen „Wandel in der IT-Produktion von der Manufaktur zur Massenfertigung“. FINANCE vergleicht die IT-Industrie mit der Automobilindustrie und ist der Meinung, dass sich die Produktion von IT-Dienstleistungen einer Art Fließbandfertigung annähert.

Eine (1) *Produktstandardisierung* ist häufig vorzufinden. Sieben der zehn befragten Unternehmen geben an, ihre IT-Dienstleistungen in Form von definierten Produkten zu veräußern. Die Befragten POWER und TRAVEL differenzieren ihre Antworten für verschiedene Bereiche ihrer Unternehmen. Bereiche mit industrieller Dienstleistungsproduktion verkaufen ihre Leistungen in Form von Produkten, während die Bereiche, die sich durch personelle Dienstleistungsproduktion auszeichnen, ihre Leistungen in Form von Projekten umsetzen.

Sieben Befragte geben an, dass in ihrem Unternehmen ein Produktkatalog vorhanden sei. Laut KNOWHOW bedingt die Individualität von Projekten, dass es in seinem Unternehmen keinen gibt. KNOWHOW, GLOBAL und UNIT sehen bei sich erste Ansätze, für interne Zwecke einen Produktkatalog bzw. ein Produktportfolio zu etablieren, auch wenn bislang kein Produktkatalog existiert.

Sechs der befragten IT-Dienstleister nutzen Konzepte der KLR. FINANCE führt an, dass Produkte bei ihm zuerst entwickelt und betrieben werden, ohne die Kosten detailliert zu betrachten, weil sie von Mutterkonzern benötigt werden. Im Unternehmen TRAVEL wird nur eine „simple Methodik“ zur Kalkulation genutzt. TRAVEL merkt aber an, dass KLR-Methoden in Zukunft verstärkt eingesetzt werden sollen. Die Unternehmen KNOWHOW und GLOBAL, die ihre Leistungen hauptsächlich in Projekten erbringen, substituieren die Methoden der KLR durch Analogiemethoden zur Kostenermittlung.

Die Idee der Lebenszyklusbetrachtung ist wenig verbreitet. Nur drei der Unternehmen setzen dieses Konzept bei ihren IT-Dienstleistungen ein. Bei Unternehmen TRAVEL sind laut Antwort des Befragten leichte Ansätze zu erkennen, da Verkaufszeiten eines Produktes geschätzt werden. KNOWHOW führt an, dass die Lebenszyklusbetrachtung nur in der Softwareentwicklung genutzt wird.

Hinsichtlich der (2) *Prozessstandardisierung* sind die Antworten recht einheitlich. Acht der zehn befragten Unternehmen nutzen ein Framework zur Prozessgestaltung. Diese setzen zudem alle auf ITIL (unabhängig von der konkreten Version und einer erfolgten Zertifizierung). Zusätzlich werden die Normenreihe DIN ISO 9000, das Capability Maturity Model Integration (CMMI) sowie Projects in Controlled Environments (PRINCE2) genannt. IT-Dienstleister KNOWHOW nutzt ein eigenes Projekthandbuch zur Standardisierung von Projektabläufen.

Zum Grad der Standardisierung äußern sich die Befragten unterschiedlich. Die Schätzungen des Anteils standardisierter Prozes-

se variieren zwischen 20 und 100%. Da für sämtliche Prozesse im Unternehmen BANKING Prozessbeschreibungen mit verpflichtenden Vorgaben existieren, sieht BANKING1 eine nahezu 100%ige Prozessstandardisierung erreicht. FUSION1 schätzt hingegen den Anteil in seinem Unternehmen lediglich auf 20-25%. Eine Durchschnittsbildung über alle Schätzwerte ergibt gut 68% und suggeriert eine hohe Bedeutung der Prozessstandardisierung für IT-Dienstleister.

Die (3) *Modularisierung* auf Produktebene ist laut der Befragten weit verbreitet. Lediglich GLOBAL verneint die Fragen nach dem Angebot standardisierter IT-Dienstleistungen sowie dem Einsatz des Modularisierungskonzepts. Sieben Unternehmen stellen mithilfe standardisierter Module verschiedene Dienstleistungsvarianten her. Der Anteil von modularen Dienstleistungen im Hinblick auf die Gesamtheit aller angebotenen Dienstleistungen variiert jedoch stark. Hier wurden Werte zwischen 20% und nahezu 100% genannt. Der durchschnittliche Anteil, aufbauend auf den acht verwertbaren Aussagen, liegt dadurch bei gut 60%. Den auffälligen Wert von nahezu 100% begründet BIG durch eine vollständige Standardisierung der Leistungen und Prozesse; jede Leistung wird aus vielen kleinen standardisierten Bausteinen kombiniert und dadurch für den Kunden individualisiert.

Die Befragten POWER und SMALL sehen die Variantenvielfalt als Motivation für die Modularisierung. Angestrebt wird häufig die Erbringung von IT-Dienstleistungen im Sinne einer Mass Customization. So können sich acht Unternehmen eine solche Produktionsweise vorstellen. Sechs Unternehmen geben sogar an, ihre Dienstleistungen in diesem Sinne zu produzieren. Die Befragten POWER und UNIT meinen jedoch, dass es Kundenwünsche gibt, die zu individuell und speziell sind, als dass sie auf diese Weise realisiert werden können.

Die (4) *Leistungserstellung* wird zunehmend automatisiert. Gemessen an sieben verwertbaren Antworten ergibt sich aktuell ein durchschnittlicher Grad der Automatisierung von gut 47%. Die Aussagen schwanken dabei zwischen 10% und 90%. Der geringe Grad von 10% bei Unternehmen FUSION resultiert aus deren geringer Wertschöpfungstiefe. Die Rolle als Leistungsintegrator steht offenbar konträr zu einem hohen Automatisierungsgrad. Analog lässt sich für Unternehmen FINANCE der hohe Automatisierungsgrad durch eine recht hohe Wertschöpfungstiefe (Tendenz gegen 100%) begründen.

Acht der Unternehmen geben an, die Phasen bzw. Teilbereiche der Leistungserstellung integriert zu betrachten, jedoch nutzt nur BANKING Value Engineering und Simultaneous Engineering. Oftmals sind den befragten Befragten diese industriellen Konzepte nur namentlich geläufig. Unternehmen FINANCE nutzt jedoch ein proprietäres, an ITIL angelehntes Verfahren, um eine integrierte Leistungserstellung zu erreichen.

Methoden der PPS werden von acht Unternehmen umgesetzt. Viele Befragten beschränkten sich in ihrer Antwort jedoch auf das Kapazitätsmanagement als Teil der PPS. Während drei der Unternehmen das Kapazitätsmanagement durch ein Capacity-Management nach ITIL umsetzen, fassen die Unternehmen GLOBAL und UNIT die Aufgaben des Kapazitätsmanagements unter dem Begriff Ressourcenmanagement zusammen. In diesem Kontext zeigt sich, dass sich bei den Befragten eher Methoden aus dem IT-Service-Management gegenüber Konzepten aus der Industrie durchgesetzt haben.

Ein (5) *Sourcing* im Sinne der Beschaffung von Fremdleistungen wird insbesondere für sogenannte Commodities vorgenommen. Acht Befragten sind der Meinung, dass Hardware-Produkte solche Commodities darstellen. Sieben Befragten ordnen Software einen Commodity-Charakter zu. Lediglich drei Befragten stufen IT-Services als Commodities ein. Die notwendige Infrastruktur zur Erbringung von IT-Dienstleistungen verliert folglich an strategischem Wert und ist bereits hochgradig standardisiert. Dass knapp ein Drittel der Befragten bereits einige IT-Dienstleistungen (z. B. HelpDesk) als Commodity ansehen, kann als Indikator für die zunehmende Industrialisierung von IT-Dienstleistungen gewertet werden. Sieben der zehn befragten Unternehmen kaufen Leistungen, die sie als Commodities ansehen, zu. Vier Unternehmen kaufen auch strategisch relevante Leistungen zu. Eine Sonderrolle nimmt das Unternehmen UNIT ein, das als IT-Dienstleister eines großen IT-Konzerns agiert und keine Leistungen fremdbeschafft.

Der Anteil zugekaufter Leistungen und Produkte variiert. Die Angaben der Befragten schwanken zwischen 0 und 80%. Hierbei verkörpert IT-Dienstleister FUSION mit 80% einen Leistungsintegrator. Der durchschnittliche Anteil an fremdbezogenen Leistungen liegt bei knapp 30% und gibt Anhaltspunkte zur Wertschöpfungstiefe von IT-Dienstleistern. Sechs der Befragten schätzen, dass die Fremdbeschaffung zunehmen wird. Als Grund für diese Entwicklung führt bspw. TRAVEL an, dass nur so eine Qualitätssteigerung bei gleichzeitiger Kostensenkung realisierbar ist. Zwei der Befragten vertreten hingegen die Ansicht, dass eine Steigerung der eigenen Wertschöpfung zu erwarten ist. KNOWHOW hält dies bspw. zur Steigerung der Unabhängigkeit für sinnvoll.

Das Portfoliomanagement zur Unterstützung von Outsourcing-Entscheidungen ist ebenso stark verbreitet wie Methoden zur Lieferantenauswahl. Lediglich zwei Unternehmen verzichten gänzlich auf entsprechende Beschaffungsmethoden.

Das (6) *Qualitätsmanagement* ist bei IT-Dienstleistern etabliert. Neun der Unternehmen geben an, einen kontinuierlichen Prozess zur Messung der Dienstleistungsqualität implementiert zu haben. Lediglich Unternehmen FUSION verneint diese Frage. Sämtliche anderen Unternehmen messen bspw. die Kundenzufriedenheit in regelmäßigen Abständen. Dabei reicht das Spektrum der Wiederholungshäufigkeit von jährlich bis wöchentlich. Die Unternehmen KNOWHOW, GLOBAL und UNIT nehmen diesbezüglich eine Sonderrolle ein, da ihre Leistungen in Form von Projekten erbracht werden. Hieraus ergeben sich projektspezifische Evaluationen nach Projektende. TRAVEL, FINANCE und SMALL setzen zusätzlich ein permanentes Monitoring ein, durch das sich die technische Qualität einer IT-Dienstleistung messen lässt. Die Unternehmen haben so die Möglichkeit, zügig auf Störungen zu reagieren.

Neun der IT-Dienstleister schreiben der Verbesserung ihrer Dienstleistungen eine sehr wichtige Bedeutung zu. Nur Unternehmen POWER sieht aufgrund eines bereits erreichten hohen Qualitätsniveaus keinen Verbesserungsbedarf. Der Fokus liegt vielmehr auf dem Erhalt der Qualität bei gleichzeitiger Kostenreduktion. Mit der Aussage, dass die Kundenzufriedenheit an die Vergütung der Mitarbeiter gekoppelt ist, untermauern TRAVEL, GLOBAL und BIG die Bedeutung der Qualität.

Sechs der befragten Unternehmen haben Konzepte des Qualitätsmanagements aus der industriellen Fertigung adaptiert. Das

Unternehmen GLOBAL nutzt neben einem Qualitätsmanagement nach ISO-Norm zusätzlich eine reduzierte Form von Six Sigma. Im Unternehmen UNIT wird ein Qualitätsmanagement gemäß TQM umgesetzt. KNOWHOW, POWER und SMALL verweisen auf ein Qualitätsmanagement gemäß DIN ISO 9000.

### 3.3 Einschätzung der Auswirkungen

Als positive Effekte der Industrialisierung wurden u. a. Qualitäts- und Produktivitätssteigerungen bei gleichzeitiger Kostensenkung erwartet (vgl. Abschnitt 2.3). Die Befragten hatten die Möglichkeit, die Auswirkungen der sechs Ansätze einzuschätzen, wobei für einen Industrialisierungsansatz jeweils nur die für relevant erachteten Effekte erfragt wurden (bspw. Änderungen der Qualität und Kosten bei der Prozessstandardisierung; vgl. Ausführungen in Abschnitt 2.4). Vielen Befragten fiel die Einschätzung der Auswirkungen nicht leicht. Eine Beantwortung erfolgte lediglich bei ca. 60% der gestellten Fragen. Ein Grund für die relativ geringe Quote liegt mutmaßlich darin, dass nicht alle Befragten mit jedem Ansatz Erfahrung gesammelt hatten und diese daher ggf. nicht beurteilen konnten bzw. mochten.

Ein Großteil der befragten IT-Dienstleister verbindet mit der Anwendung industrieller Konzepte Qualitätssteigerungen. Dies bestätigen 32 von insgesamt 39 Antworten zu Qualitätseffekten (Tab. 2). Nur Unternehmen FUSION und FINANCE führen an, dass die Qualität bei sinkender Wertschöpfungstiefe (im Rahmen des Sourcing) ebenfalls sinkt.

Tab. 2: Einschätzung der Auswirkungen<sup>3</sup>

Qualität		Kosten		Produktivität	
Q↑	32 (54%)	K↑	0 (0%)	P↑	12 (60%)
Q→	5 (8%)	K→	2 (5%)	P→	0 (0%)
Q↓	2 (3%)	K↓	20 (50%)	P↓	0 (0%)
k. A.	21 (35%)	k. A.	18 (45%)	k. A.	8 (40%)

Eine Kostensenkung als Effekt der Ansätze wird in 20 der 22 getätigten Aussagen bestätigt. Für FUSION hat das Konzept der Modularisierung keine Auswirkungen auf die Kosten. Viele Befragten merken an, dass Maßnahmen wie bspw. die Prozessstandardisierung hohe Initialkosten verursachen, glauben gleichzeitig aber an eine daraus resultierende, sich lohnende mittel- bzw. langfristige Kostensenkung.

<sup>3</sup> Die Werte repräsentieren die Häufigkeiten (bzw. die gerundeten prozentualen Anteile) der Aussagen. Q↑ steht für Qualitätssteigerung, Q→ für gleichbleibende Qualität und Q↓ für sinkende Qualität. Dies gilt analog für Kosten (K) und Produktivität (P). Die Abkürzung k. A. steht für „keine Aussage“. Nach den Auswirkungen auf Qualität (60 Fragen), Kosten (40 Fragen) und Produktivität (20 Fragen) wurde unterschiedlich häufig in Abhängigkeit ihrer Relevanz für die Ansätze gefragt.

Die Aussagen zu Auswirkungen auf die Produktivität der IT-Dienstleister sind ebenfalls positiv. Sofern ein Befragter die durch einen Ansatz veränderte Produktivität abzuschätzen vermag, ist dies eine Steigerung.

Zu den Auswirkungen der (1) *Produktstandardisierung* äußert sich nur die Hälfte der Befragten (Tab. 3). Diese sehen in der Produktorientierung eine Möglichkeit zur Qualitätssteigerung. Vier der Befragten sehen außerdem das Potenzial für Kostensenkungen. Dieses Potenzial ergibt sich laut SMALL insbesondere durch den Einsatz von Methoden und Konzepten der KLR.

Von den sieben vorgestellten Industrialisierungsansätzen ist insbesondere die (2) *Prozessstandardisierung* bei den befragten IT-Dienstleistern etabliert. Die erwarteten Auswirkungen Qualitätssteigerung und Kostensenkung werden grundsätzlich durch die Befragten bestätigt (Tab. 3). Als Gründe für diese positiven Effekte der Prozessstandardisierung werden verbesserte Transparenz, Steuerbarkeit und Messbarkeit angesehen. FINANCE sieht die Sicherung der Qualität als wesentlichen Vorteil der Prozessstandardisierung. SMALL führt an, dass die Qualität durch Standardisierung vor allem personenunabhängig wird.

Das Ergebnis zur (3) *Modularisierung* ist, soweit durch die Befragten beurteilbar, dass sie zu einer Kostensenkung und Produktivitätssteigerung führt (Tab. 3). Ebenso sprechen fünf von sechs Antworten für eine Qualitätssteigerung.

Die Befragten sehen insbesondere eine Verbindung von Modularisierung und Standardisierung. Durch standardisierte Module können laut BIG und TRAVEL vor allem Kosten gesenkt werden. Die Modularisierung führt ferner dazu, dass IT-Dienstleistungen und Leistungsmodule präzise spezifiziert werden müssen. Laut FUSION1 und FUSION2 verringert sich hierdurch der Unterschied zwischen erbrachter und erwarteter Leistung. Dies kommt einer Qualitätserhöhung gleich, da der Kunde die erwartete Qualität erhält.

Zu den Aspekten der (4) *automatisierten und integrierten Leistungserstellung* konnten sechs von zehn Befragten eine Aussage zu Produktivitäts- und Qualitätseffekten treffen (Tab. 3). Während in allen Fällen eine Produktivitätssteigerung gesehen wurde, galt dies für Qualitätssteigerung nur in vier Fällen. Für eine Produktivitätssteigerung sprechen laut IT-Dienstleister UNIT

und SMALL die Automatisierung, die Integration in der Leistungserstellung und die strukturierte Ressourcenplanung. FINANCE sieht eine Risikominimierung durch Automatisierung und hierdurch vor allem eine Chance für Qualitätssteigerungen.

Die Meinungen zum (5) *Sourcing* bleiben eher vage. Viele trauen sich keine Aussage zu den Auswirkungen zu (Tab. 3). Eine Erhöhung der Qualität durch gezieltes Sourcing wird nur von einem Befragten bestätigt. Vier Aussagen vertreten andere Meinungen. Hinsichtlich der Kosten bestätigen zwar alle Aussagen eine Kostensenkung, allerdings ist die Anzahl von drei Antworten gering. IT-Dienstleister SMALL sieht in der möglichen Kostenreduktion den Haupttreiber des Outsourcings. TRAVEL betont jedoch, dass eine Fremdbeschaffung nur sinnvoll ist, wenn die Qualität der IT-Dienstleistungen dadurch steigt oder zumindest konstant bleibt. Laut FUSION1, FUSION2 und GLOBAL ist zudem ein Mindestmaß an Wertschöpfungstiefe nötig, um im Falle von Outsourcing selbst ein bestimmtes Qualitätslevel aufrechterhalten und garantieren zu können.

Erwartungsgetreu sehen die IT-Dienstleister eine Verbesserung der Qualität als Auswirkung eines (6) *Qualitätsmanagements*. Als Gründe führt TRAVEL exemplarisch die bessere Messbarkeit und die bessere Kommunikation der Qualität nach außen, bedingt durch ein zertifiziertes Qualitätsmanagement, an.

Es ist erkennbar, dass die Aussagen der Befragten zu den Konzepten, die sich schon stärker etabliert haben, klarer ausfielen. Sie bestätigten für diese Konzepte die vor der Befragung erwarteten Auswirkungen weitgehend. Dies trifft insbesondere für die Konzepte Prozessstandardisierung, Modularisierung und Qualitätsmanagement zu. Für die Konzepte Sourcing, Leistungserstellung und Produktorientierung waren die Auswirkungen offenbar schwerer einzuschätzen und fielen daher weniger eindeutig aus.

### 3.4 Fortgang der Industrialisierung aus Sicht der befragten IT-Dienstleister

Abschließend wurde von den Befragten ein Ausblick erbeten, in welcher Form sich die Industrialisierung von IT-Dienstleistungen in ihren Unternehmen fortsetzen wird. Hierbei adressierten sie insbesondere Sourcing, Automatisierung, Prozessstandardisierung und Modularisierung.

Tab. 3: Einschätzungen zu den Auswirkungen der Industrialisierungsansätze

Konzepte \ Auswirkungen	Qualität				Kosten				Produktivität			
	Q↑	Q→	Q↓	k. A.	K↑	K→	K↓	k. A.	P↑	P→	P↓	k. A.
(1) Produktstandardisierung	5	0	0	5	0	2	4	4	-	-	-	-
(2) Prozessstandardisierung	8	0	0	2	0	0	6	4	-	-	-	-
(3) Modularisierung	5	1	0	4	0	0	7	3	6	0	0	4
(4) A. u. i. Leistungserstellung	4	2	0	4	-	-	-	-	6	0	0	4
(5) Sourcing	1	2	2	5	0	0	3	7	-	-	-	-
(6) Qualitätsmanagement	9	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Die Unternehmen POWER, BIG und SMALL sehen Veränderungen im Bereich Sourcing. Die IT-Dienstleister BIG und SMALL streben eine Reorganisation und Optimierung der Wertschöpfungstiefe an. POWER plant eine Umsetzung des „Supply-Chain-Gedankens“ mithilfe des Supply Chain Operations Reference-Modells (SCOR). Als Grund nennt POWER die wachsende Bedeutung der strategischen Beschaffung.

Die Befragten KNOWHOW, BANKING1 und BANKING2 prognostizieren eine zunehmende Automatisierung. So will bspw. KNOWHOW das Wissensmanagement und die Bereitstellung von Desktop-Arbeitsplätzen verstärkt automatisieren.

TRAVEL, BIG, BANKING1 und BANKING2 prognostizieren eine zunehmende Standardisierung von Prozessen und IT-Dienstleistungen. Für BANKING1 und BANKING2 geht es hier insbesondere um die Prozessstandardisierung. BIG sieht ferner die Entwicklung hin zu einer stärkeren Modularisierung von IT-Dienstleistungen.

Weitere Aussagen beziehen sich auf einzelne weitere Aspekte. IT-Dienstleister UNIT ordnet bspw. dem Thema Cloud Computing wesentliches Industrialisierungspotenzial für die Zukunft zu. Lediglich bei IT-Dienstleister GLOBAL sind keine weiteren Schritte der Industrialisierung von IT-Dienstleistungen geplant.

#### 4. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Dieser Beitrag präsentiert die Ergebnisse einer Befragung zur Industrialisierung von IT-Dienstleistungen. Es wurden zehn Gespräche mit zwölf Führungskräften und Produktverantwortlichen zehn deutscher IT-Dienstleister geführt. Zum Einsatz der in diesen Beitrag identifizierten Industrialisierungsansätze ergab sich, dass insbesondere Prozessstandardisierung, Modularisierung und Qualitätsmanagement bereits von den befragten Unternehmen adaptiert werden. Die weiteren Ansätze zur Industrialisierung in den Bereichen Sourcing, Leistungserstellung und Produktorientierung werden dagegen weniger häufig angewandt. Demnach lassen sich für die befragten IT-Dienstleister noch ungenutzte Industrialisierungspotenziale und damit Potenziale zur Kostensenkung sowie Produktivitäts- und Qualitätssteigerungen vermuten.

Die Auswirkungen der sechs Industrialisierungsansätze auf Kosten, Produktivität und Qualität einzuschätzen, fiel den Befragten häufig schwer. Hierbei ließ sich feststellen, dass die Auswirkungen für stärker etablierte Ansätze am ehesten bestimmbar sind. Diesen wurde ferner sehr häufig eine positive Wirkung auf Kosten, Produktivität und Qualität von den Befragten zugewiesen. Die Ausblicke der Befragten geben Anlass zu der Annahme, dass die Industrialisierung von IT-Dienstleistungen fortschreiten wird. Sie sehen insbesondere in den Bereichen Sourcing, Automatisierung, Prozessstandardisierung und Modularisierung weitere Industrialisierungspotenziale.

Diese Untersuchung leistet einen Beitrag zum Verständnis, welche Ansätze, die sich für die Industrialisierung der Sachleistungsproduktion bereits bewährt haben, sich sinnvoll auf IT-Dienstleistungen übertragen lassen und wie die Auswirkungen dieser Ansätze von IT-Dienstleistern eingeschätzt werden.

Die Aussagekraft der dargestellten Befragungsergebnisse ist jedoch aufgrund des gewählten Vorgehens und der vorliegenden Stichprobe eingeschränkt. Die Befragung erlaubte zwar tieferge-

hende Einblicke in die Arbeitsweise der IT-Dienstleister. Jedoch kann aufgrund einer Stichprobe von 12 Gesprächspartnern aus zehn deutschen Unternehmen kein Anspruch auf Repräsentativität der Ergebnisse erhoben werden. Darüber hinaus nahm kein IT-Dienstleister der Kategorie II (Interner IT-Dienstleister mit personeller Leistungserstellung) an der Befragung teil.

Für zukünftige, anknüpfende Forschungsarbeiten ergeben sich zwei Stoßrichtungen. Zum einen sollen die identifizierten Industrialisierungsansätze im Einzelnen detaillierter hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf IT-Dienstleistungen, konkreter Umsetzung und Auswirkungen untersucht werden. Zum anderen ist geplant, den semi-strukturierten Interviewleitfaden dieser Untersuchung zu einer breiten quantitativen Online-Umfrage weiterzuentwickeln. Erwartete Resultate einer Erhebung mit deutlich erweiterter Stichprobe sind ein klareres und verlässlicheres Bild zu den Auswirkungen der Industrialisierungsansätze. In einer erweiterten Befragung sollen zudem nach Möglichkeit ergänzend zu den subjektiven Einschätzungen der Befragungsteilnehmer objektive Unternehmenskennzahlen zu Qualität, Kosten und Produktivität erhoben werden. Ein größerer Stichprobenumfang würde außerdem eine aussagekräftige Untersuchung von Unterschieden zwischen den verschiedenen Kategorien von IT-Dienstleistern ermöglichen.

#### 5. LITERATUR

- [1] Balzert, H. 1998. *Lehrbuch der Software-Technik : Software-Management, Software- Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung*. Spektrum Akademischer Verl., Heidelberg.
- [2] Böhmman, T. 2004. *Modularisierung von IT-Dienstleistungen*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [3] Böhmman, T., Krcmar, H. 2005. Modularisierung: Grundlagen und Anwendung bei IT-Dienstleistungen In: T. Herrmann, U. Kleinbeck, and H. Krcmar, (Hrsg.), *Konzepte für das Service Engineering : Modularisierung, Prozessgestaltung und Produktivitätsmanagement*, Physica-Verl, S. 45-83.
- [4] Bowen, D. E., Youngdahl, W. E. 1998. "Lean" service: in defence of a production-line approach, in: *International Journal of Service Industry Management* 9, S. 207-225.
- [5] Brockhaus Enzyklopädie 2006. *Band 3 (Ausw - Bhar)*. Leipzig.
- [6] Brockhaus Enzyklopädie 2006. *Band 13 (Hurs - Jem)*. Leipzig.
- [7] Brockhaus Enzyklopädie 2006. *Band 26 (Spot - Tala)*. Leipzig.
- [8] Brown, R. H., Karamouzis, F. 2001. *The Service Value Chain: Forging the Links of Services and Sourcing*. Gartner Research.
- [9] Büsch, O. 1979. *Industrialisierung und Geschichtswissenschaft: Ein Beitrag zur Thematik u. Methodologie der historischen Industrialisierungsforschung = The Historian and the industrial Age* 2. Aufl., Colloquium-Verl., Berlin.

- [10] Corsten, H. 2007. *Produktionswirtschaft : Einführung in das industrielle Produktionsmanagement*. 11., vollst. überarb. Aufl. Aufl., Oldenbourg, München.
- [11] Dous, M. 2007. *Kundenbeziehungsmanagement für interne IT-Dienstleister : strategischer Rahmen, Prozessgestaltung und Optionen für die Systemunterstützung*. Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden.
- [12] Ebert, N., Vogedes, A., Übernickel, F. 2009. Produktionsplanung und -steuerung der IT-Service-Provisionierung. In: H. R. Hansen, D. Karagiannis, and H.-G. Fill, (Hrsg.), *Business Services:Konzepte, Technologien, Anwendungen - 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*, Österreichische Computer Gesellschaft, S. 505-514.
- [13] Elsässer, W. 2006. *ITIL einführen und umsetzen : Leitfaden für effizientes IT-Management durch Prozessorientierung*. 2. Aufl., Hanser, München
- [14] Hochstein, A. 2006. *Planerische Prozesse eines industriellen Informationsmanagements*. Dissertation. Uni St. Gallen.
- [15] Hochstein, A., Ebert, N., Übernickel, F., Brenner, W. 2007. IT-Industrialisierung: Was ist das?, in: *Computerwoche* 35, S. 5.
- [16] Höck, M. 2005. *Dienstleistungsmanagement aus produktionswirtschaftlicher Sicht*. 1. Aufl., Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden.
- [17] Hulvej, J. 2008. *Integrierte Entwicklung von IT-Dienstleistungen - Ein Konzept auf Basis des industrie-betrieblichen Ansatzes des Simultaneous Enigeering*. Dissertation. Universität St. Gallen.
- [18] Kaluza, B. 1996. Gruppen- und Inselfertigung. In: W. Kern, H.-H. Schröder, and J. r. Weber, (Hrsg.), *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft*, 1. Aufl., Schaffer Poeschel, S. 203-218.
- [19] Kang, S.-D. 1995. *Fordismus und Hyundäismus : Rationalisierung und Wandel der Automobilindustrie in der BRD und in Südkorea*. Lang, Frankfurt am Main.
- [20] Keuper, F. 2001. *Strategisches Management*. Oldenbourg, München.
- [21] Krotsch, S. 2006. *Industrialisierung in der Abwicklungs- und Transformationsfunktion von Banken : ein stochastisches Modell*. 1. Aufl. Aufl., Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden.
- [22] Löwendahl, B. R. 1997. *Strategic management of professional service firms*. Handelshøjskolens Forl. [u.a.], Copenhagen.
- [23] Meffert, H., Bruhn, M. 2009. *Dienstleistungsmarketing : Grundlagen, Konzepte, Methoden*. 6. Aufl., Gabler, Wiesbaden.
- [24] Piller, F. T. 2006. *Mass Customization : Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*. 4. Aufl., Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden.
- [25] Riese, C., Thießen, F. 2006. *Industrialisierung von Banken : Grundlagen, Ausprägungen, Wirkungen*. 1. Aufl., Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden.
- [26] Schomann, M., Röder, S. 2008. Chancen und Grenzen der Industrialisierung von IT-Services. In: F. Keuper, (Hrsg.), *Strategisches IT-Management : Management von IT und IT-gestütztes Management*, 1. Aufl., Gabler, S. 255-276.
- [27] Schraft, R. D. 1996. Automatisierung und Robotik. In: W. Kern, H.-H. Schröder, and J. r. Weber, (Hrsg.), *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft*, 1. Aufl., Schaffer Poeschel, S. 203-218.
- [28] Taylor, F. W. 1911. *The Principles of Scientific Management*. Norwood.
- [29] Thomas, D. R. E. 1978. Strategy is different in service businesses, in: *Harvard Business Review* 56, S. 158-165.
- [30] Übernickel, F., Bravo-Sánchez, C., Zarnekow, R., Brenner, W. 2006. Eine Vorgehensmethodik für das IT-Produktengineering. In: F. Lehner, H. Noesekabel, and P. Kleinschmidt, (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2006*, GITO
- [31] Ulich, E., Groskurth, P., Bruggemann, A. 1973. *Neue Formen der Arbeitsgestaltung : Möglichkeiten und Probleme einer Verbesserung der Qualität des Arbeitslebens*. Europ. Verl.-Anst., Frankfurt am Main.
- [32] von Jouanne-Diedrich, H., Zarnekow, R., Brenner, W. 2007. Industrialisierung des IT-Sourcings, in: *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* 256, S. 18-26.
- [33] Walter, S. M., Böhmman, T., Krcmar, H. 2007. Industrialisierung der IT - Grundlagen, Merkmale und Ausprägungen eines Trends, in: *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* 256, S. 1-11.
- [34] Wiese, H., Geisler, M. 1996. Standardisierung. In: W. Kern, H.-H. Schröder, and J. R. Weber, (Hrsg.), *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft*, 1. Aufl., Schaffer Poeschel, S. 1897 - 1912.
- [35] Zarnekow, R. 2007. *Produktionsmanagement von IT-Dienstleistungen*. Springer, Berlin.
- [36] Zarnekow, R., Brenner, W., Pilgram, U. 2005. *Integriertes Informationsmanagement : Strategien und Lösungen für das Management von IT-Dienstleistungen*. Springer, Berlin.

# Supporting Business Process Compliance in Financial Institutions – A Model-Driven Approach

Jörg Becker  
ERCIS – University of Muenster  
Leonardo-Campus 3  
48149 Münster, Germany  
+49 (251) 83 38100  
becker@ercis.de

Philipp Bergener  
ERCIS – University of Muenster  
Leonardo-Campus 3  
48149 Münster, Germany  
+49 (251) 83 38067  
bergener@ercis.de

Patrick Delfmann  
ERCIS – University of Muenster  
Leonardo-Campus 3  
48149 Münster, Germany  
+49 (251) 83 38083  
delfmann@ercis.de

Mathias Eggert  
ERCIS – University of Muenster  
Leonardo-Campus 3  
48149 Münster, Germany  
+49 (251) 83 38084  
eggert@ercis.de

Burkhard Weiß  
ERCIS – University of Muenster  
Leonardo-Campus 3  
48149 Münster, Germany  
+49 (251) 83 38089  
weiss@ercis.de

## ABSTRACT

Recently, several approaches have been developed to check process models for compliance with laws and regulations. In this paper a contribution is made with respect to reducing the complexity of compliance checking by partially automating business process compliance (BPC) checking. We present a model checking approach that is able to check process models for BPC. In particular, we apply a generic pattern matching approach to the Semantic Business Process Modeling Language (SBPML) allowing for extended model checking not being restricted to predecessor-successor relationships. Finally, we apply the BPC checking approach to the example of a credit approval process from a real-world bank scenario using a demonstrator modeling software.

## Keywords

Business Process Compliance, Financial Sector, Banks, BPM, Compliance, Model Checking, Pattern Matching

## 1. INTRODUCTION

The financial crisis has demonstrated impressively how difficult it is to adhere to legal regulations and internal as well as external compliance requirements concerning business processes. One reason for the fatal failure of controlling and supervisory boards is the complexity of the surveillance subject. SOX, MiFID and

MaRisk are just three examples of regulations that must be considered when designing and controlling bank processes. The financial crisis even aggravates the complexity by introducing tighter and more regulations for financial institutions [1-3]. A recent empirical study by ABDULLAH ET AL. [4] states that “the financial sector is the most highly regulated industry.” This trend towards more regulation has also had an impact on IS research. Throughout the last years, an increasing number of approaches to solve compliance issues were published in this research area [5].

The handling of complexity in business processes of financial institutions is a challenging task. According to MOORMANN ET AL. the most important complexity drivers are: [6]

- the high rate of business rule changes
- the heterogeneous and inconsistent business vocabulary
- the redundant documentation of processes and business rules.

The handling of these complexity drivers is the core requirement for modern business process model checking approaches and automated compliance checking alike.

Without automation support, compliance managers are no longer able to fulfill their function, which ultimately leads to an involuntary toleration of compliance violations within the enterprise. Thus banks seek new approaches that are capable of combining compliance modeling and checking necessities within a holistic business processes management approach [7]. The major goal of the approach introduced in this paper is to support compliance managers in financial institutions in designing and checking business process compliance. This goal will be reached by presenting a compliance model checking approach for the Semantic Business Process Modeling Language (SBPML) [8]. This language is specially tailored for the requirements of the financial sector and is already evaluated in real-world application scenarios [8]. In particular, we realize the specification and checking of compliance rules through a generic structural model pattern matching approach with a corresponding tool support.

The remainder of this paper proceeds as follows: The status-quo of business process compliance management will be introduced in Section 2. Section 3 introduces SBPML as well as the basic con-

cepts of the pattern matching method used for process model checking. In Section 4 the compliance patterns as well as their application in a real-world scenario are demonstrated. After a discussion of the key findings, further potentials of the introduced approach are revealed in section 5.

## 2. RELATED WORK

The concept of business process compliance denotes the execution of certain processes that comply with a set of regulations [9]. KHARBILI ET AL. classify the implementation of control mechanisms in three time-dependent phases “Design-Time Compliance Checking”, “Runtime Compliance Checking” and “Backward Compliance Checking” [10].

The first phase is related to modeling compliance rules and process models. Notable research in this field has been done by [11] and [12], who use a non-monotonic deontic logic, implemented in a formal rule language called FCL (Formal Contract Language) and petri-nets for process modeling. STIJN & VAN-THIENEN [13] present the logical language PENELOPE, which provides the ability to verify temporal constraints, taken from compliance requirements with respect to business processes. In contrast, WÖRZBERGER ET AL. [14] develop a language for visualizing compliance requirements. Their approach is called the Business Process Compliance Language (BPCL) and allows annotating compliance requirements to business processes. According to them, three requirement types have been identified: “inclusions” (A process must contain a particular activity), “existence” (the occurrence of activity A implies the occurrence of activity B) and “precedence” (the existence of activity A requires the existence of activity B, which must be a direct or indirect successor) [15]. SADIQ ET AL. [9] develop an approach that allows the annotation of control objectives to process models. They argue that the visualization of the relationship between compliance requirements and business processes is easier to understand. The control rules are described by using the Formal Contract Language (FCL) [9]. Within this approach, the identified controls are transformed into control rules and classified with particular control tags. These control tags combine control rules with process models. This allows for an (automatic) assignment to corresponding process elements [9]. LIU ET AL. [15] define a graphical language for expressing compliance rules in the BPCL (Business Process Execution Language) standard, and then transform processes using a pi-calculus approach as well as finite state machines to subsequently check these processes, using linear temporal logic. The approach is not developed particularly for a banking environment, but evaluated with a business process from a real-world banking scenario. They show that temporal constraints, such as activity A must be executed before activity B starts, can be modeled and checked. This approach can also be classified as a Runtime Compliance Checking method.

The second phase (Runtime Compliance Checking) is addressed by the approaches from [16], [17] and [15]. To enable an independent view on business objectives and compliance objectives in processes, NAMIRI AND STOJANOVIC [16] develop an abstract layer (semantic mirror) that contains internal controls and interacts with process models. The approach comprises three phases: “control design” (in which control rules are designed that can be added in the semantic mirror and the process activities), “recovery action design” (which refers to new control rules and counteractive measures that will be checked by process managers) and “business process execution” (that focuses on updating the semantic

mirror with information from the process instances) [16, 18]. In the approach from LY ET AL. [17] formal definitions of the compliance requirements act as a basis for the development of a constraint repository, which stores all conditions for a process design. These constraints are used during runtime of an application to review process instances [17].

The third phase (Backward Compliance Checking) contains approaches that examine already run process instances. The approach from VAN DER AALST ET AL. [19] presents a model checker based on linear temporal logic and verifies if certain rules for process instances apply. Another backward-oriented approach is introduced by [20]. This technique checks the conformance of a given control flow process model and matches it with a certain process instance to show a violation or difference in a process execution [20].

Further research in the area of business process compliance was done by [21]. In order to support Sarbanes-Oxley internal controls, AGRAWAL ET AL. [21] present an approach to workflow modeling, active enforcement, workflow auditing, as well as anomaly detection. Their approach spans all three compliance checking phases from a workflow management perspective.

Since the modeling language and model checking approach presented in this paper will not concern runtime environment and backward compliance checking, it can be classified as an approach of design-time compliance checking. Our approach can be distinguished from the existing ones due to two core characteristics: First, the applied modeling language SBPML is specifically tailored to meet the requirements of business process modeling in the financial sector. It considers especially the vocabulary of the according domain and provides a semantic standardization avoiding ambiguous modeling. Second, the underlying pattern matching approach is generic and thus applicable to SBPML. Due to its generic nature, it is expected to be possible to develop arbitrary structural model patterns being able to represent any possible design-time compliance rule.

## 3. A BUSINESS PROCESS COMPLIANCE CHECKING APPROACH

### 3.1 SBPML

SBPML was developed with the aim to allow for a more efficient modeling and analysis of business process models in comparison to generic process modeling approaches [8]. This is implemented by using domain semantics (e.g. domain vocabulary) in the form of predefined and thus reusable process building blocks to model activities in banks [8]. The modeling notation consists of four views, comprising a process view (“how is a service delivered?”), a business object view (“what is processed or produced?”), an organizational view (“who is involved in the modeling process?”) and a resource view (“what resources are used?”).

The core construct of this language is a set of domain-specific process building block (PBB) types. A PBB represents a certain kind of activity within a banking process. PBBs are atomic as they are the lowest level of detail to model activities. They have a well-defined level of abstraction and are semantically specified by a domain concept. With PBBs, problems like naming conflicts during model comparison are avoided, because the name of a PBB is specified by the language designer rather than the modeler. Examples for PBB types are “Document / Information Comes In”, “Perform a Formal Verification”, “Enter Data into IT”, or “Archive Document”. To capture the properties of activities in detail,

each PBB has a specific set of attributes. For example, a possible attribute for the PBB “Enter Data into IT” is “Duration”. Attributes provide the core information for a subsequent process analysis. They establish a connection to the business object, organizational, and resource view.

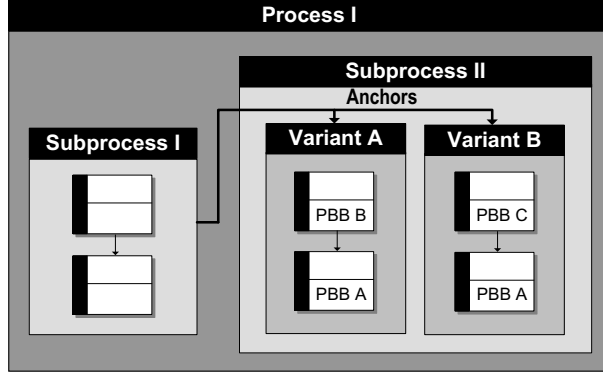


Figure 1. SBPML Process View Concepts

PBBs are part of the process view. By using PBBs sub-processes and processes are assembled. A process is the top level construct, delivering a service or a product. A process is divided into sub-processes with each sub-process representing the activities performed within a single organizational unit. A sub-process consists of sequential flows of PBBs. To model alternative flows of activities within a sub-process, multiple alternative sequences of PBBs can be defined, called variants. Each variant consists of one sequence describing the sub-process from beginning to end (cf. Figure 1). Hence, a PBB can occur in several variants of a sub-process. This sequential order restricts the degrees of freedom of the modeler and promotes the construction of structurally comparable process models, since they are linear on the variant level. This makes the models also easier to analyze in the context of compliance checking. Additional facts about processes, sub-processes and variants can be collected with the help of corresponding attributes.

To realize the control flow across boundaries of sub-processes the construct of an anchor is introduced. An anchor connects two PBBs across different sub-processes or processes (to connect core processes with support processes). This allows for modeling parallelism between sub-processes.

In the organizational view, the organizational structure is depicted by a hierarchy of organizational units. These can have job positions or roles assigned. To relate the organizational view to the process view, positions are annotated on the level of PBBs as activity operators. Organizational elements, as well as external partners (customers, business companies, and government institutions) are annotated on the level of PBBs as communication partners. Furthermore, each process is owned by an organizational unit and its sub-processes are operated by different organizational units.

A business object is either information, a document, or a material object. A resource is of a resource type, which is structured hierarchically. Both business objects and resources are annotated to PBBs to denote the process objects in and the needed resources for an activity.

### 3.2 Model Checking Approach

Assuring compliance in business process models requires considering two aspects:

- The models should contain sections that conform to business process compliance *requirements*. This means that certain structures *should be contained* in the models.
- The models should not contain sections that represent compliance *violations*. This means that certain structures *should not be contained* in the models.

Consequently, an appropriate model checking approach has to allow for *specifying patterns* of according structures and for *finding occurrences* of them in process models. As a result, models lacking required structures, as well as models including forbidden structures can be considered as candidates for compliance validations.

In this contribution, we make use of a generic pattern matching approach, which was available from a previous research project [22]. It is generic in terms of being applicable for multiple modeling languages. Since no special model checking approach currently exists for SBPML, a generic approach was an appropriate choice.

The idea of this approach is to apply set operations to a set of model elements, representing the model to be analyzed. Coming from graph theory, the approach recognizes any conceptual model as a graph  $G=(V,E)$  with  $E \subseteq V \times V$ . Therefore, the approach distinguishes model objects, representing nodes, and model relationships, representing edges, interrelating model objects. Starting from a basic set that contains all model elements, the approach searches for pattern matches by performing set operations on this basic set. By combining different set operations, patterns are built up successively. Given a pattern definition, the matching process returns a set of model subsets representing the pattern matches found. Every match found is put into a separate subset.

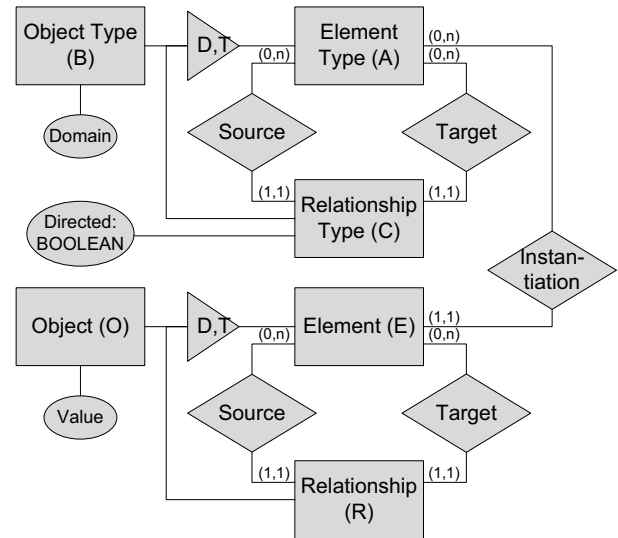


Figure 2. Generic Specification Environment for Conceptual Modelling Languages and Models

As a basis for the definition of model patterns, the approach makes use of a generic specification environment for conceptual modeling languages and models. The specification mainly consists of three constructs (cf. Figure 2). *Element types*, representing



any atomic part of a model, are specialized as *object types* (i.e., model vertices) and *relationship types* (e.g., model edges and links). Each relationship type has a *source* element type from which it originates, and a *target* element type to which it leads. Relationship types are either *directed* or *undirected*. Whenever the attribute *directed* is *FALSE*, the direction of the relationship type is ignored. N-ary relationship types are represented as object types connected to n relationship types.

Particular model *elements* are instantiated from their distinct element type. They are specialized as *objects* and *relationships*. Each of the latter leads from a *source element* to a *target element*. Objects can (but do not need to) have *values*, which belong to a distinct *domain*, specified in the object type, to which the object belongs to. For example, the value of an object “name” contains the string of the name (e.g., “product”). As a consequence, the domain of the object’s object type has to be “string” in this case. Thus, attributes are considered as objects.

**Table 1. Object and Relation Types of SBPML**

Relation Type	Source Object Type	Target Object Type	Cardinality
PBB Sequence	Abstract PBB	Abstract PBB	1:1
Anchor	Abstract PBB	Abstract PBB	1:1
SuprocessInProcess	Process	Subprocess	1:n
VariantInSubprocess	Subprocess	Variant	1:n
PBBInVariant	Variant	Abstract PBB	n:n
PPBAttribution	PBB	Attribute	n:n
ActivityOperator	Abstract PBB	Job Position	1:n
ProcessOwnership	Process	Orga.Unit	1:n
SubprocessExecution	Subprocess	Orga.Unit	1:n
CommunicationPartner	Abstract PBB	Orga.Element	n:n
ResourceUsage	Abstract PBB	Resource	n:n
HandledBusinessObject	Abstract PBB	BusinessObject	n:n
PBBInheritance	Abstract PBB	PBB Create Document	1:n
...	...	...	...

Table 1 shows how element types, relevant for the remainder of the paper, can be specified using this specification environment. Cardinalities are read in the way that e. g. a process is owned by one organizational unit while an organizational unit can own multiple processes. For reasons of brevity, the relation type between a PBB and a corresponding attribute is shown only once in a generic fashion instead of showing it for each individual PBB type. For the same reason, the inheritance relation between the abstract PBB object type and the PPB of type “Create Document” is given on a representational basis for all PBB types.

The pattern matching approach makes use of set operations, extracting elements, objects and relationships, with particular characteristics from the sets of the specification environment shown and thus builds up pattern matches successively. For example, such an operation could analyze all elements available and returns only process building blocks, being related to anchors. This exemplary pattern represents a change of the organization.

In the following, we introduce the available operations of the approach briefly. For a detailed formal specification cf. [22].

Each operation has a defined number of input sets and returns a resulting set, where the initial input sets used come from the specification environment (cf. abbreviations in the objects of Figure 2). In the explanation of the operations, we use additional sets ( $X$ : arbitrary set of elements;  $Y$ : arbitrary set of objects;  $Z$ : arbitrary set of relationships), specifying which kinds of inputs an operation expects. The first category of operations reveals specific properties of model elements (e.g., type, value, or domain):

- *ElementsOfType( $X, a$ )* returns a set of all elements of  $X$ , belonging to the given element type  $a$ .
- *ObjectsWithValue( $Y, value$ )* returns a set of all objects of  $Y$ , whose *values* equal the given one.
- *ObjectsWithDomain( $Y, domain$ )* returns a set of all objects of  $Y$ , whose *domains* equal the given one.

In order to assemble complex pattern structures successively, the following operations combine elements and their relationships and elements, being related, respectively:

- *ElementsWithRelations( $X, Z$ )* returns a set of sets containing all elements of  $X$  and their undirected relationships of  $Z$ . Each inner set contains one occurrence.
- *ElementsWithoutRelations( $X, Z$ )* returns a set of sets containing all elements of  $X$  and their directed, outgoing relationships of  $Z$ . Each inner set contains one occurrence.
- *ElementsWithInRelations( $X, Z$ )* is defined analogously to *ElementsWithoutRelations*. In contrast, it only returns incoming relationships.
- *ElementsDirectlyRelated( $X_1, X_2$ )* returns a set of sets containing all elements of  $X_1$  and  $X_2$  that are connected directly via undirected relationships of  $R$ , including these relationships. Each inner set contains one occurrence.
- *DirectSuccessors( $X_1, X_2$ )* is defined analogously to *ElementsDirectlyRelated*. In contrast, it only returns relationships that are directed, where the source elements are part of  $X_1$  and the target elements are part of  $X_2$ .

A further category of operation is needed to build patterns representing recursive structures (e.g. a path of an arbitrary length):

- *{Directed}Paths( $X_1, X_n$ )* returns a set of sets containing all sequences with undirected {directed} relationships, leading from any element of  $X_1$  to any element of  $X_n$ . The elements that are part of the paths do not necessarily have to be elements of  $X_1$  or  $X_n$ , but can also be of  $E \setminus X_1 \setminus X_n$ . Each path found is represented by an inner set.
- *{Directed}Loops( $X$ )* is defined analogously to *{Directed}Paths*. It returns a set of sets containing all undirected {directed} sequences, which lead from any element of  $X$  to itself.

To avoid infinite sets, only finite paths and loops are returned. To provide a convenient specification environment for structural model patterns, we define some additional functions that are derived from those already introduced:

- *ElementsWith{In|Out}RelationsOfType( $X, Z, c$ )* returns a set of sets containing all elements of  $X$  and their {un}directed, {incoming|outgoing} relationships of  $Z$  of the type  $c$ . Each occurrence is represented by an inner set.
- *ElementsWithNumberOf{In|Out}Relations( $X, n$ )* returns a set of sets containing all elements of  $X$ , which are connected to the given number  $n$  of {un}directed {incoming|outgoing} relationships of  $R$ , including these relationships. Each occurrence is represented by an inner set.
- *ElementsWithNumberOf{In|Out}RelationsOfType( $X, c, n$ )* returns a set of sets containing all elements of  $X$ , which are connected to the given number  $n$  of {un}directed {incoming|outgoing} relationships of  $R$  of the type  $c$ , including these relationships. Each occurrence is represented by an inner set.
- *{Directed}PathsContainingElements( $X_1, X_n, X_c$ )* returns a set of sets containing elements that represent all undirected {directed} paths from elements of  $X_1$  to elements of  $X_n$ , which

each contain at least one element of  $X_c$ . The elements that are part of the paths do not necessarily have to be elements of  $X_1$  or  $X_n$ , but can also be of  $E \setminus X_1 \setminus X_n$ . Each such path found is represented by an inner set.

- $\{Directed\}Paths\{Not\}ContainingElements(X_1, X_n, X_c)$  is defined analogously to  $\{Directed\}PathsContainingElements$ . However, it returns only paths that do not contain any element of  $X_c$ .
- $\{Directed\}Loops\{Not\}ContainingElements(X, X_c)$  is defined analogously to  $\{Directed\}Paths\{Not\}ContainingElements$ .

By nesting the functions introduced above, it is possible to build structural model patterns successively. The results of each function can be reused adopting them as an input for other functions. In order to combine different results, the basic set operators *union* ( $\cup$ ), *intersection* ( $\cap$ ), and *complement* ( $\setminus$ ) can generally be used. Since it should be possible to not only combine sets of pattern matches (i.e., sets of sets), but also the pattern matches themselves (this refers to the inner sets), the approach incorporates additional set operators. These operate on the inner sets of two sets of sets respectively.

The **Join** operator performs a *union* operation on each inner set of the first set with each inner set of the second set. Since we regard patterns as cohesive, only inner sets that have at least one element in common, are considered. The **InnerIntersection** operator *intersects* each inner set of the first set with each inner set of the second set. The **InnerComplement** operator applies a *complement* operation to each inner set of the first outer set combined with each inner set of the second outer set. Only inner sets that have at least one element in common are considered.

As most of the set operations introduced expect simple sets of elements as inputs, further operators are introduced that turn sets of sets into simple sets. The **SelfUnion** operator merges all inner sets of one set of sets into a single set performing a *union* operation on all inner sets. The **SelfIntersection** operator performs an *intersection* operation on all inner sets of a set of sets successively. The result is a set containing elements that each occur in all inner sets of the original outer set.

A simple exemplary pattern searching for two particular PBBs (named “Activity A” and “Activity B”), following each other over a path of arbitrary length, is specified as follows:

```
DirectedPaths (
  ObjectsWithValues (
    ElementsOfType (O, PBB), "Activity A"
  ),
  ObjectsWithValues (
    ElementsOfType (O, PBB), "Activity B"
  )
) ≠ ∅
```

## 4. APPLYING COMPLIANCE CHECKING IN FINANCIAL BUSINESS PROCESSES

### 4.1 Example Case

We will demonstrate our approach on a real-life example case of a credit application process. The example was chosen as it represents a complex core banking process that is also one of the most well-researched processes in the financial industry, and can be found in the vast majority of banks. The process was modeled at a large German bank, which is specialized on providing consumer credits.

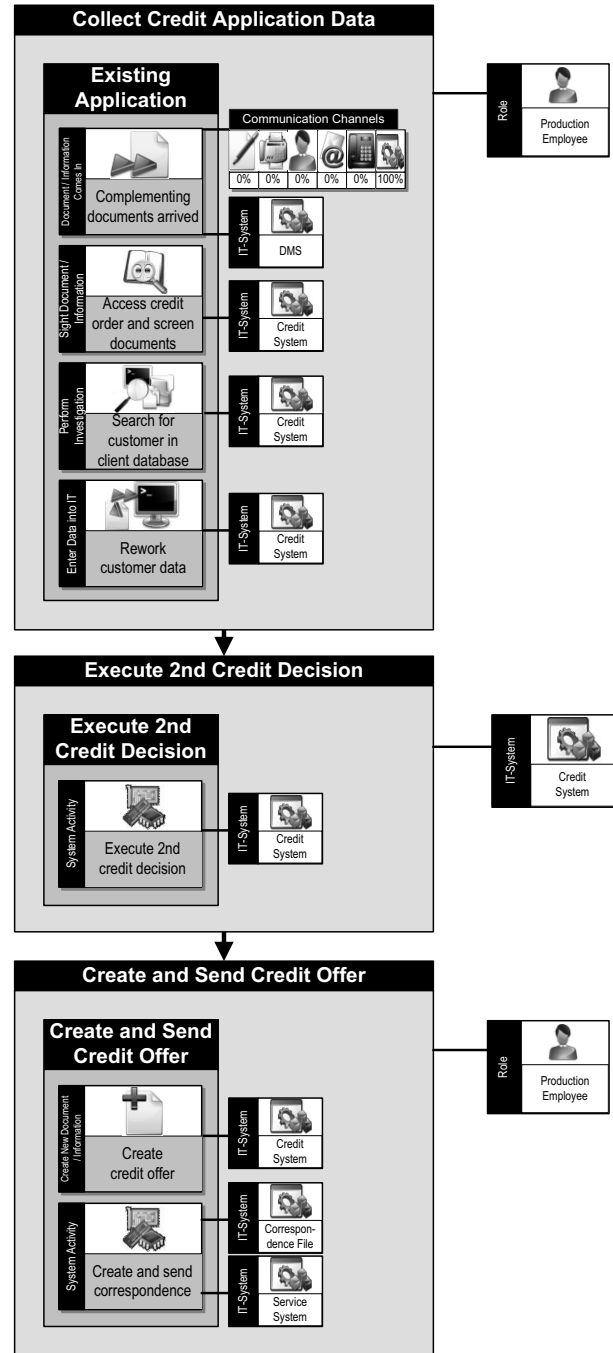


Figure 3. Credit Application Process Section in SBPML

The process is initiated by a credit application, arriving by postal service. This is scanned by an external service company and made available in the document management system of the bank. It arrives in the production department once the contractor sends an electronic message to the bank’s workflow management system. The bank employee searches for the customer in a database. It may either be that the customer is identified as an existing customer or that the new customer has to be registered in the database upfront. After data completion, the customer’s data needs to be

approved in order to decide for an initial credit approval step. The approval can be supported by also taking data from an external credit rating agency regarding creditworthiness, if the client has approved this check beforehand.

Only if the first approval check is (semi-)positive the bank will check further documents such as the income statement or further obligations. Once the first approval step has been successful or semi-successful the second credit decision will be performed.

The second credit decision can again lead to a positive, semi-positive or negative decision. It is also possible that a second decision will be postponed due to a missing document that needs to be supplied, before a final decision can be made. In such cases, the process is restarted as soon as these documents come in. Again, a negative decision will lead to a credit order rejection. A positive decision will lead to the creation of a credit offer. Furthermore, the credit decision can be semi-positive due to contextual or technical problems.

Contextual problems can be any problems due to inconsistencies in the data that the customer has supplied and need to be settled directly with the client and possibly also with the credit rating agency. Errors will be corrected and a final credit decision will be initiated again. Technical problems are for problems with the IT system so that the second approval has to be performed again. Once all problems are solved, and the client is rated to be credit-worthy, a credit offer will be issued. Figure 3 shows a section of this process, depicting the process applied to existing credit applications.

## 4.2 Compliance Rules

Compliance-related business rules can be categorized into four different types called tags [9, 23]: i) flow tags represent rules regarding the business process control flow and thus the execution of certain activities (e.g., order of activities, existence of certain activities etc.), ii) time tags represent rules depicting temporal conditions or restraints within process flows (e.g., maximum time that may be needed to respond to a customer request), iii) resource tags represent rules regarding the resources used when executing activities (e.g., authorization rules for IT systems or separations of duties within a process flow), iv) data tags represent rules regarding the (business object) data used throughout a process (e.g., special checks if a credit amount is higher than a certain amount).

In terms of SBPML, this means that there are business rules that refer to the process view solely (flow tags and time tags), the business object view, possibly in conjunction with the process view (data tags), and the resource view as well as the organizational view, possibly in conjunction with the process view (resource tags). Below we give a graphical representation of the different compliance rules for banks, which were derived from the initial literature review. We follow the notation developed by AWAD AND WESKE [24], describing process control flow business rules for BPMN, but use the elements of SBPML [23]. Since time tags can only be evaluated during run-time, they will not be considered further.

According to [24] control flow business rules define the sequence in which activities may or should be performed. As general concepts, predecessor relations (Activity A “leads to” Activity B) and successor relations (Activity A “precedes” Activity B) are introduced. Furthermore, there are existence or non-existence constraints. In addition, depending upon an activity’s position within a process or sequence of activities, different scopes can be distin-

guished. The sequence as well as the existence or non-existence of activities is defined within the “scope” of a process. The scope of a constraint can either be “global”, or with respect to another activity “before” or “after” that activity, or with respect to two other activities following each other.

In Figure 4 (a) Activity A must be contained somewhere in the process whereas in (b) Activity A may not be part of the entire process. (c) describes the classical predecessor constraint and (e) the successor constraint.

For example, the predecessor constraint, depicted in (c), is specified as follows using the pattern matching approach:

First, it has to be checked whether an Activity B exists (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

```
ObjectsWithValues(
  ElementsOfType(O, PBB), "Activity B"
) ≠ ∅
```

If Activity B exists, then a path from Activity A to Activity B has to exist in order to satisfy the predecessor constraint (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

Should the second pattern search return no result, then a compliance violation is detected. If Activity B does not exist, the second check is not necessary, as then it is not possible to violate a predecessor constraint related to Activity B (this applies analogously for the following patterns).

In (d) Activity A may not be executed before Activity B is finished; in (f) Activity B may not be executed after Activity A is finished. (g) and (h) describe the non-existence constraint of Activity B between Activity A and Activity C, with Activity A and Activity C either in a predecessor or successor relation.

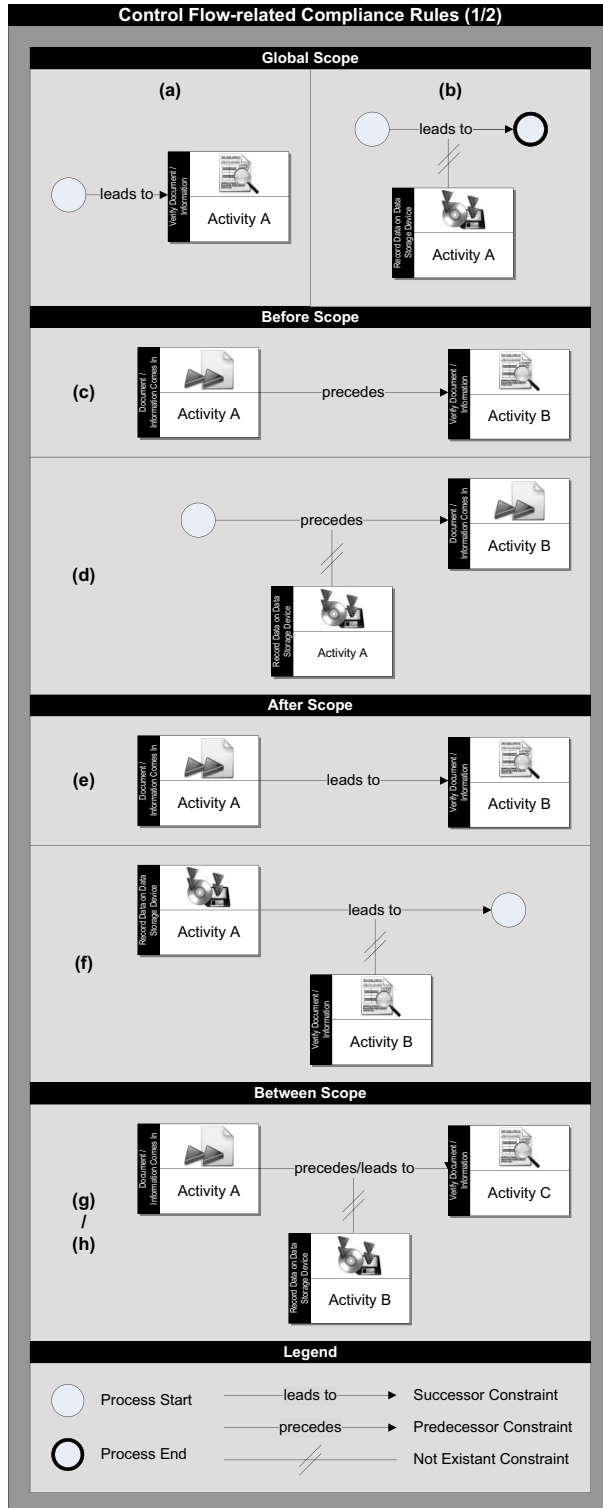
For example, the non-existence constraint of Activity B between Activity A preceding Activity C, which is depicted in (h), is specified as follows using the pattern matching approach:

First, it has to be checked whether an Activity C exists (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

```
ObjectsWithValues(
  ElementsOfType(O, PBB), "Activity C"
) ≠ ∅
```

If Activity C exists, then there has to be a path from Activity A to Activity C that is in turn not allowed to contain Activity B. (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

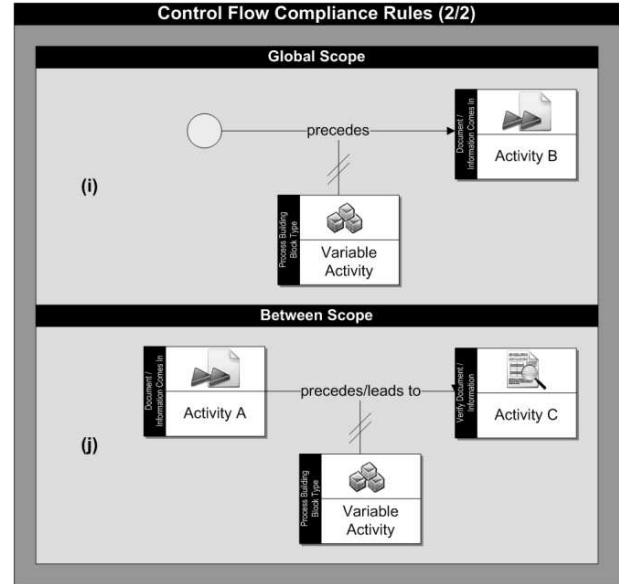
```
DirectedPathsNotContainingElements(
  ObjectsWithValues(
    ElementsOfType(O, PBB), "Activity A"
  ),
  ObjectsWithValues(
    ElementsOfType(O, PBB), "Activity C"
  ),
  ObjectsWithValues(
    ElementsOfType(O, PBB), "Activity B"
  )
) ≠ ∅
```



**Figure 4. SBPML Flow Tags (1/2)**

In (i) and (j) we use a “variable activity” PBB, which stands for a PBB of an arbitrary type, to define direct sequences (cf. Figure 5).

In (j) Activity A must be a direct predecessor of Activity B or vice versa Activity B must be a direct successor of Activity A.



**Figure 5. SBPML Flow Tags (2/2)**

For example, this compliance rule is specified as follows using the pattern matching approach:

First, it has to be checked whether Activity A exists (or alternatively, whether Activity B exists) (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

```
ObjectsWithValues(
  ElementsOfType(O, PBB), "Activity A"
) ≠ ∅
```

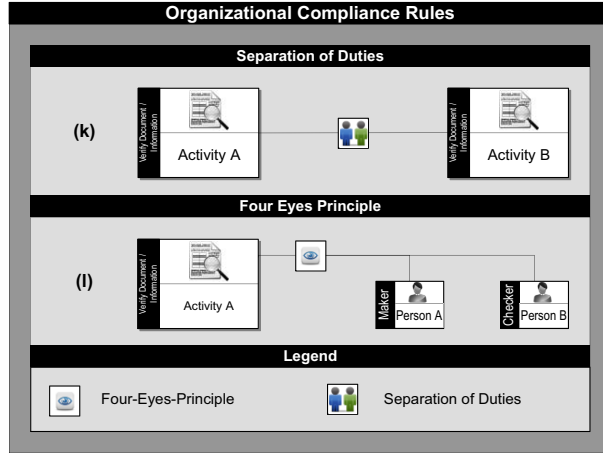
If Activity A (or alternatively, Activity B) exists, then Activities A and B have to be direct successors (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

```
DirectSuccessors(
  ObjectsWithValues(
    ElementsOfType(O, PBB), "Activity A",
    ObjectsWithValues(
      ElementsOfType(O, PBB), "Activity B"
    )
  )
) ≠ ∅
```

In (i), we define that Activity A must be the first activity within an entire process, since no other activity is allowed to precede it. Similarly, one could also predefine the last activity that must be at the end of a process. All rules introduced so far may not only be applied to activities in the SBPML notation, but also to processes, sub-processes and sub-process variants. Furthermore, more complex patterns can be derived through the combination of these simple patterns.

From a resource tag based view (corresponding organizational view and resource view in the SBPML terminology), further rules can be specified. Focusing on the organizational view of the SBPML terminology, there are two further very common compliance requirements, which need to be captured by business rules. These are the application of a four eyes principle (cf. Figure 6 (l)), where one person executes Activity A and a second person verifies if Activity A was done correctly, and the aspect of separation of duties (cf. Figure 6 (k)) denoting that certain activities

have to be performed by different persons. This is also possible on the level of processes, sub-processes and variants.



**Figure 6. SBPML Resource Tags**

For example, the separation of duties compliance rule is specified as follows using the pattern matching approach:

First, it has to be checked whether Activity A and Activity B exist succeeding each other (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

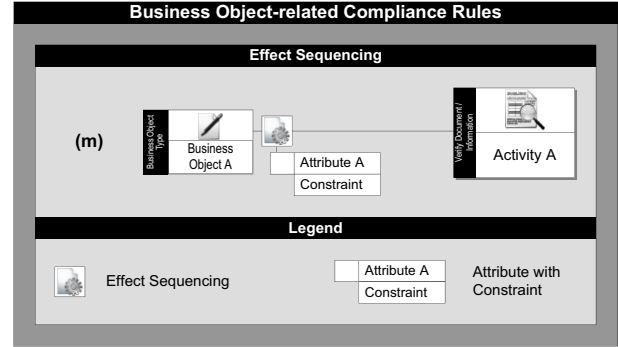
```
DirectedPaths (
  ObjectsWithValues (
    ElementsOfType (O, PBB), "Activity A"),
  ObjectsWithValues (
    ElementsOfType (O, PBB), "Activity B")
) ≠ ∅
```

If succeeding Activities A and B exist, then they have to be assigned to different persons, or more generally speaking, organizational entities (i.e. the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

```
DirectedPaths (
  ElementsOfType (O, PBB)
  INNER_INTERSECTION
  ElementsDirectlyRelated (
    ObjectsWithValues (
      ElementsOfType (O, PBB), "Activity A"),
    ObjectsWithValues (
      ElementsOfType (
        O, Organization_Attribute),
        Org1)),
  ElementsOfType (O, PBB)
  INNER_INTERSECTION
  ElementsDirectlyRelated (
    ObjectsWithValues (
      ElementsOfType (O, PBB), "Activity B"),
    ObjectsWithValues (
      ElementsOfType (
        O, Organization_Attribute),
        Org2))
) ≠ ∅; Org1 ≠ Org2
```

Finally, compliance rules can also be modeled regarding the data tags using the corresponding business object view in SBPML (cf. Figure 7). Following ZOET ET AL. [25] rules for “effect sequencing” (m) are defined by describing that business objects with certain characteristics imply further activities to be executed (e.g. credit applicants applying for credits worth more than 75,000 € must receive an additional positive vote inside a bank). Analogous

rules can also be defined to relate such business objects to processes, sub-processes, and variants.



**Figure 7. SBPML Data Tags**

For example, a compliance rule, requiring the assignment of business objects with specific characteristics to specific activities, is specified as follows using the pattern matching approach:

First, it has to be checked whether a business object exists that is related to an attribute, whose value describes a specific characteristic (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

```
ElementsDirectlyRelated (
  ElementsOfType (O, Business_Object),
  ObjectsWithValues (
    ElementsOfType (O, Attribute),
    Constraint)
) ≠ ∅
```

As the characteristic could be anything, we indicate this characteristic by the term “constraint” in the example. If there is a business object having this characteristic, it has to be checked if it has been assigned to the required activity – in this case Activity A (i.e., the returned element set of the following pattern specification must not be empty):

```
ElementsDirectlyRelated (
  ObjectsWithValues (
    ElementsOfType (O, Attribute),
    Constraint),
  ObjectsWithValues (
    ElementsOfType (O, PBB),
    "Activity A")
) ≠ ∅
```

### 4.3 Compliance Checking

To apply and evaluate the approach, we developed a prototypical implementation. As the underlying pattern matching approach is generic, we chose a meta modeling tool as an implementation basis, which was available from a previous research project. This way, we only had to define SBPML using the meta modeling environment of the tool, rather than implementing a new tool. The pattern matching approach was implemented as a plug-in, accessing the model data base of the tool.

As an application scenario, we modeled the credit application process, introduced in Section 4.1, using SBPML. The compliance rules, introduced in Section 4.2, were defined using the pattern matching plug-in.

The left hand side of Figure 8 depicts the tool’s definition environment for compliance rules. The left hand frame shows the pattern tree of the compliance rule “separation of duties” (k). The



right hand frame outlines the variable specification area (i.e., in this area the variable constraint “ $ORGA=ORGB$ ” is defined). The application of this compliance rule to an exemplary section of the credit application process leads to highlighting those PBBs that follow each other and that require and comply with the separation of duties (cf. right hand side of Figure 8). In the case of a compliance rule violation, the pattern matching instance would have returned no result and so would have indicated the violation.

## 5. DISCUSSION AND OUTLOOK

The approach introduced in this paper applies a generic structural model pattern matching approach to SBPML to address the problem of business process compliance checking in the financial sector. Thus, we combined the advantage of a semantically standardized modeling language with the expressive power of generic model checking. The pattern matching approach enables us not only to specify arbitrary compliance rules, not restricted to temporal relationships, but also avoids problems occurring in model checking due to semantic ambiguities. Hereby, we addressed the three complexity drivers identified by MOORMANN ET AL. [6]:

*High rate of business rule changes:* Because business rules and legal requirements are changing frequently, it is necessary to make it as simple as possible to identify process elements that contain a particular law or business rule. Through the presented model checking approach, it is possible to define and to check nearly all possible business constraints that may emerge over time. Furthermore, the rules can be managed independently from the process models.

*Heterogeneous and inconsistent business vocabulary:* Complexity arises when compliance and business process managers develop

processes and constraints separately. This is addressed by the semantic standardization provided by the building block concept.

*Redundant documentation of processes and business rules:* The last requirement is addressed through separated model and compliance rule management, based on a common specification environment. A change of the model does not necessarily imply a change of the compliance rules and vice versa. Only if compliance rules are violated, the models have to be changed.

However, the approach requires an extensive evaluation. Besides implementing the language in a tool and the exemplary application of one financial business process, more processes must be analyzed to get a final proof for the validity of the first evaluation results. Although the relevance was confirmed in preliminary discussions with compliance experts in the financial sector, the support of compliance management experts through the introduced method must be shown in detail through qualitative and quantitative studies. Furthermore, we have to question the technical efficiency of the model checking approach. The results of our exemplary applications to selected process models showed a satisfactory efficiency. However, it is necessary to apply the approach as well to large-scale scenarios. This applies especially as the graph pattern matching problem is known to be NP-hard. Moreover, in order to further reduce semantic ambiguities, we plan to support also the free text fields of SBPML through semantic standardization (e.g., proposed in the research areas of ontologies and computational linguistics).

Through the tool implementation of SBPML and its model checking approach it is now possible to evaluate hypotheses regarding a better efficiency of compliance management. First evidence from

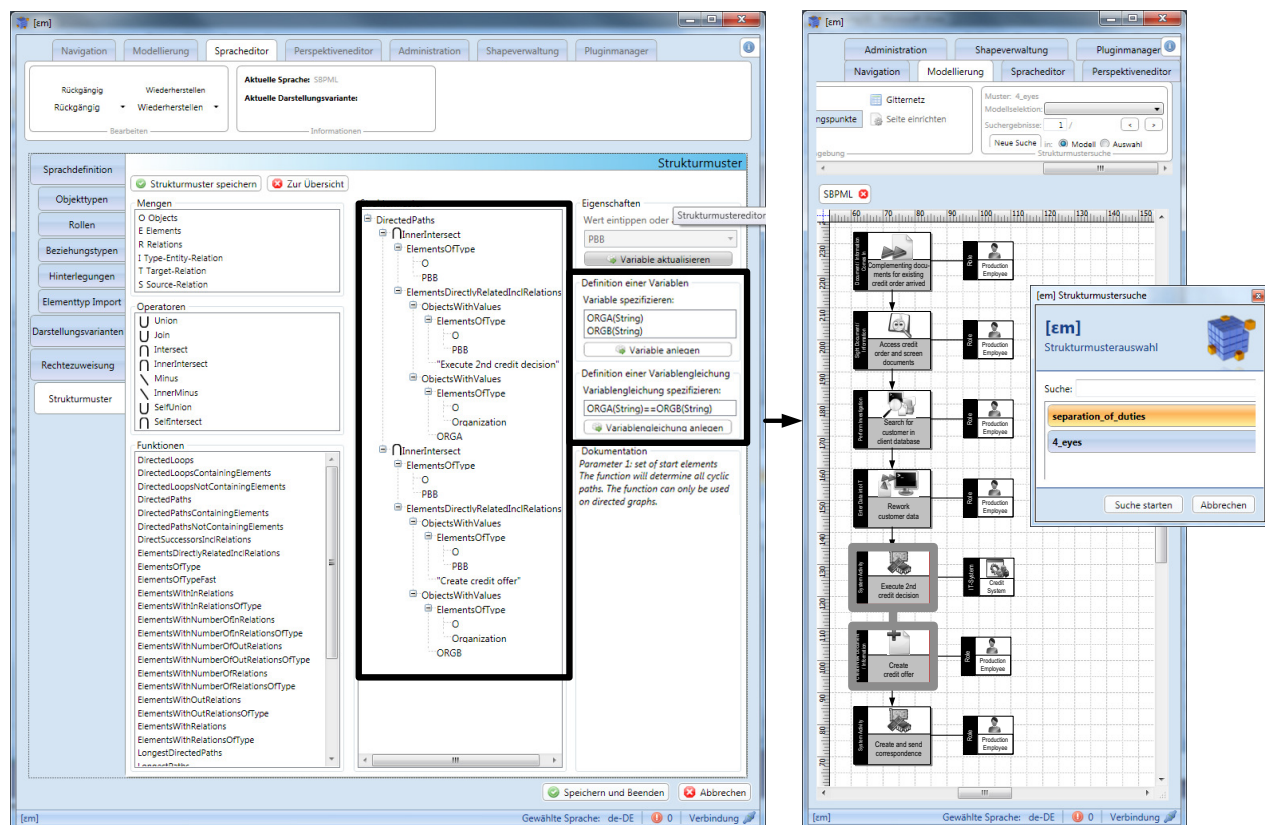


Figure 8. Tool-supported Business Process Compliance Checking

accompanying research to this paper in conjunction with compliance experts suggests that the complexity of compliance management will be better handled and thus the effort for compliance checking will be lower by using the presented approach.

Both the created modeling language, using the business rules and pattern matching approach, as well as an appropriate tool support make a contribution to compliance management. To create and evaluate hypotheses for an increasing efficiency and law-conformity in compliance management, methods are needed that will allow for modeling and model analysis of business processes from a legal perspective. With the presented work a first essential step for reaching this goal is done.

## 6. REFERENCES

- [1] Caldwell, F. 2009. The Worldwide Economic Crisis will Bring Real-Time Reporting for Risk Management. Gartner Research, Gartner, Inc.
- [2] Caldwell, F., Bace, J., and Lotto, R. J. D. 2009. U.S. Financial System Regulatory Overhaul Brings More Scrutiny. Gartner Research. Gartner, Inc.
- [3] Opromolla, G. 2009. Facing the Financial Crisis: Bank of Italy's Implementing Regulation on Hedge Funds. *Journal of Investment Compliance* 10, 2, 41-44.
- [4] Abdullah, S. N., Sadiq, S., and Indulska, M. 2010. Emerging Challenges in Information Systems Research for Regulatory Compliance Management. In *Proceedings of the CAISE*.
- [5] Abdullah, S. N., Indulska, M., and Sadiq, S. 2009. A Study of Compliance Management in Information Systems Research. In *Proceedings of the ECIS*.
- [6] Moormann, J., Vetter, D., and Hilgert, M. 2009. Die Komplexität reduzieren. die bank 11/2009.
- [7] Becker, J., Breuker, D., Weiss, B., and Winkelmann, A. 2010. Exploring the Status Quo of Business Process Modeling Languages in the Banking Sector – An Empirical Insight into the Usage of Methods in Banks. In *Proceedings of the ACIS*.
- [8] Becker, J., Weiß, B., and Winkelmann, A. 2009. Developing a Business Process Modeling Language for the Banking Sector - A Design Science Approach. In *Proceedings of the AMCIS*.
- [9] Sadiq, S., Governatori, G., and Namiri, K. 2007. Modeling control objectives for business process compliance. *Business Process Management*, 149-164.
- [10] Kharbili, M. E., de Medeiros, A., Stein, S., and van Der Aalst, W. M. P. 2008. Business Process Compliance Checking: Current State and Future Challenges. *Lecture Notes in Informatics: Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIs)* 141, 107-113.
- [11] Governatori, G., Hoffmann, J., Sadiq, S., and Weber, I. 2008. Detecting regulatory compliance for business process models through semantic annotations. In *Proceedings of the Workshop on Business Process Design*.
- [12] Governatori, G., and Rotolo, A. 2010. A Conceptually Rich Model of Business Process Compliance. In *Proceedings of the APCCM*.
- [13] Stijin, G., and Vanthienen, J. 2006. Designing Compliant Business Processes with Obligations and Permissions. In *Proceedings of the BPM 2006 Workshops, LNCS* 4103.
- [14] Würzberger, R., Kurpick, T., and Heer, T. 2008. Checking Correctness and Compliance of Integrated Process Models. In *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing*, 576-583.
- [15] Liu, X., Müller, S., and Xu, K. 2007. A static compliance-checking framework for business process models. *IBM Systems Journal* 46, 2, 335-361.
- [16] Namiri, K., and Stojanovic, N. 2007. Pattern-based Design and Validation of Business Process Compliance. In *On the Move to Meaningful Internet Systems 2007: CoopIS, DOA, ODBASE, GADA, and IS 2007*, R. Meersman, Z. Tari, Eds. Springer, Berlin Heidelberg.
- [17] Ly, L. T., Rinderle-Ma, S., Göser, K., and Dadam, P. 2010. On enabling integrated process compliance with semantic constraints in process management systems. *Information Systems Frontiers*, in press.
- [18] Namiri, K., and Stojanovic, N. 2007. A Formal Approach for Internal Controls Compliance in Business Processes. In *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Workshop on Business Process Modeling, Development and Support (BPMDS07)*. 1-9.
- [19] van der Aalst, W. M. P., de Beer, H. T., and van Dongen, B. F. 2005. Process Mining and Verification of Properties: An Approach Based on Temporal Logic. In *Proceedings of the OTM Conferences* (1), 130-147.
- [20] Rozinat, A., and van der Aalst, W. M. P. 2008. Conformance Checking of Processes Based on Monitoring Real Behavior. *Information Systems* 33, 1, 64-95.
- [21] Agrawal, A., Johnson, M., Kiernan, J., and Levmann, F. 2006. Taming compliance with Sarbanes-Oxley internal controls using database technology. In *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> International Conference on Data Engineering*.
- [22] Delfmann, P., Herwig, S., Lis, L., Stein, A., Tent, K., and Becker, J. 2010. Pattern Specification and Matching in Conceptual Models. A Generic Approach Based on Set Operations. *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures* 5, 3, in press.
- [23] Becker, J., Ahrendt, C., Coners, A., Weiss, B., and Winkelmann, A. 2010. Business Rule Based Extension of a Semantic Process Modeling Language for Managing Business Process Compliance in the Financial Sector. *Proceedings of the MobIs Conference. LNI* 175, 201-206.
- [24] Awad, A., and Weske, M. 2009. Visualization of Compliance Violation in Business Process Models. In *Proceedings of the 5th Workshop on Business Process Intelligence*, 1-12.
- [25] Zoet, M., Welke, R., Versendaal, J., and Ravesteyn, P. 2009. Aligning Risk Management and Compliance Considerations with Business Process Development. *Lecture Notes in Computer Science* 5692, 157-168.

# Fostering Comparability in Research Dissemination: A Research Portal-based Approach

Jörg Becker  
ERCIS – University of Münster  
Leonardo-Campus 3  
D-48149 Münster  
+49 251 83 38100

joerg.becker@ercis.uni-  
muenster.de

Patrick Delfmann  
ERCIS – University of Münster  
Leonardo-Campus 3  
D-48149 Münster  
+49 251 83 38083

patrick.delfmann@ercis.uni-  
muenster.de

Ralf Knackstedt  
ERCIS – University of Münster  
Leonardo-Campus 3  
D-48149 Münster  
+49 251 83 38094

ralf.knackstedt@ercis.uni-  
muenster.de

Łukasz Lis  
ERCIS – University of Münster  
Leonardo-Campus 3  
D-48149 Münster  
+49 251 83 38093

lukasz.lis@ercis.uni-  
muenster.de

## ABSTRACT

In this paper, we address the problem of lacking consistency and comparability in the dissemination of research information. We seek to solve this problem using research portals, which are community-based research information systems on the Internet. The idea of our solution is to customize research portals to better fit to individual application scenarios. To this end, we propose a conceptual specification of a generic portal structure allowing for semantic standardization. For a given application scenario, this basis has to be customized regarding portal structure and semantics of textual descriptions. We demonstrate such a customization for an exemplary research portal addressing design science research. Furthermore, we describe an exemplary research process using the customized portal definition. We conclude that our approach has the potential to increase the consistency and comparability of research dissemination with research portals. This goal is achieved with a) an individually customizable portal structure, which is able to reflect the nature of a specific application scenario better than generic structures and b) a semantic standardization of textual descriptions, which enforces them to be precise, compact, and apply the vocabulary of the domain.

## Keywords

Research Dissemination, Research Portals, Unified Knowledge Representation, Current Research Information Systems (CRIS)

## 1. INTRODUCTION

Today, research processes are increasingly characterized by two potentially contradicting properties: competition and collaboration. First, researchers are players on a market where funding is provided by research funders. Researchers have to actively promote their research results in a kind of marketing behavior in order to prove their abilities to work on given problems and develop valuable solutions [27]. Thus, researchers compete against each other for scientific reputation to increase the chance of receiving future funding [29]. Second, due to the increasing complexity and interdisciplinary character of contemporary research problems, researchers often need to join forces and collaborate with each other [10, 18]. Again, they have to actively present their results to the broader audience to attract the attention of researchers from different disciplines and let them establish interdisciplinary research alliances, networks, or even new research organizations.

Research funders benefit from this situation as they are provided with better information on the potential funding receivers and their abilities in advance. Moreover, research funders, political decision-makers, and the public can gain a better picture of the research being conducted in certain domains. This way, they can identify emerging, established, and regressing topics and decide on the future funding policy [43].

Thus, different stakeholders need means to store and disseminate research results in a structured manner and to search for them effectively. Research portals are IT artifacts addressing this problem and providing a means for the dissemination of research information. They are Internet-based knowledge management instruments, which present research activities through answering different questions like “who is conducting the research?”, “what is being researched?”, “how is being researched?”, “what results have been achieved?”, and “who is paying for the research?” [26].



An important issue in the design and application of research portals is the challenge of ensuring comparability and common understanding of their content. This problem addresses both the natural language and the structure of research information. Although different approaches like glossaries, tooltips, layout conventions, and description templates exist, they have not allowed to solve the problem so far [7]. Even if such description guidelines are present, users have to voluntarily follow them or the contents need to be subsequently standardized by a moderator, which can be costly. Our empirical study of 813 research portals showed that roughly 90 per cent of analyzed portals rely solely on a textual description of the application domain. We assume that the necessary common understanding is expected to emerge in the community itself. However, our own experiences gained while hosting research portals (e.g., <http://www.forschungslandkarte-hybridewertschoepfung.de>) showed that this assumption does not necessarily need to prove true. In our opinion, this is mainly caused by common reuse of contents available from other sources.

The goal of this paper is to address the problem of content comparability and comprehensibility in research portals. To this end, we propose an approach allowing for an individual context-specific definition of research portal structure as well as a specification of semantic standardization conventions for these structures. The approach is capable of a semi-automatic enforcement of these conventions in research portals. Thus, our approach fosters syntactic and semantic consistency of research portals contents allowing for more understanding in research dissemination.

The remainder of this paper is structured as follows. In Section 2 we present a literature review on research representation and discuss approaches allowing for a standardization of information. In Section 3 we present the conceptual foundation of our approach. An application example for research following the design science paradigm is discussed in Section 4. In the following Section 5, we discuss the advantages and disadvantages of the presented approach as well as its application limitations. In Section 6 we conclude with a brief summary and an outlook.

## 2. RELATED WORK

### 2.1 Research Portals

The general problem of information storage and dissemination is addressed by the research area of knowledge management, which elaborates on how to identify, gain, generate, disseminate, utilize, and retain knowledge [3, 31]. Knowledge management is of high importance not only for businesses but also in academic and research settings [45, 47].

Research portals support the creation of virtual communities of practice [36, 48] in research settings. Besides supporting internal communication in the community [50], a strong focus on reaching external stakeholders and fostering the knowledge transfer between practitioners and academics [41] is present.

Contrary to enterprise/corporate/knowledge portals [8, 12, 51], research portals do not act as repositories accumulating accessible knowledge on a topic, but rather point to original sources, what makes them similar to knowledge maps [46, 49]. They give a general overview of the involved parties, research topics, and achieved results trying to emphasize existing mutual relationships. These relationships can be of, for example, geographical, organizational, financial, or causal nature. Research

portals can significantly reduce the effort put in the search for knowledge assets and the respective experts due to the structured – often visual – representation [15]. In Figure 1, we present an exemplary screenshot of a research portal (<http://research.hopkinsglobalhealth.org/researchmap.cfm>).

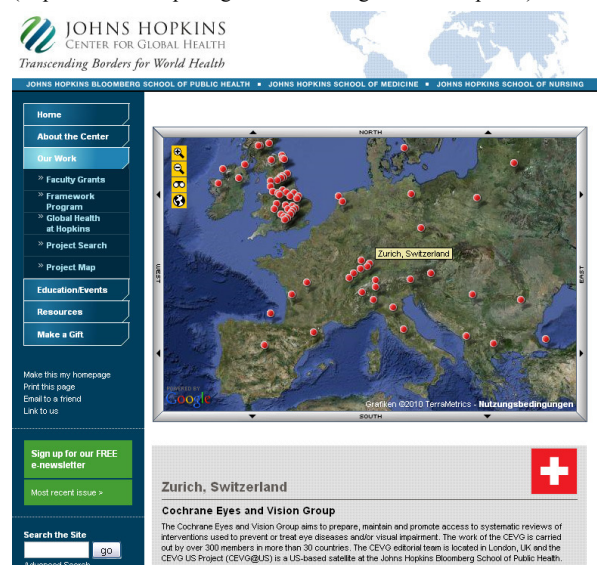
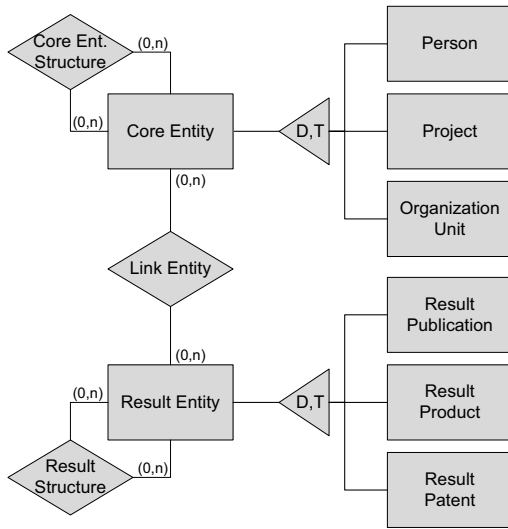


Figure 1. Example of a research portal

With the Common European Research Information Format (CERIF), a reference exchange data model for Current Research Information Systems (CRIS) data has been developed [25]. Its specification is disseminated in the form of a relational database schema, an XML schema definition, and database definition scripts. We present the main CERIF elements in Figure 2 as an Entity-Relationship Model (ERM) [11] in min,max notation [24]. The *Core Entities*: *Person*, *Project*, and *Organization Unit* can be interrelated and connected recursively to allow for the representation of common research organization structures. *Result Entities* represent the outcomes of conducted research and can be linked to *Core Entities* using *Link Entities* to document that, for example, a certain *Person* is author of a certain *Result Publication*. The authors decided to include three types of research outcomes: publications, products, and patents. In the semantics section of the CERIF specification, the authors provide concrete types of links between entities like author, participant, and supervisor. Thus, each link is typed using a predefined class.

The CERIF specification defines concrete attributes for each of its entities. These are represented by columns or tables of the database schema. For example, the attributes of a *Result Product* are shown in Table 1. We identify two limitations of this approach. First, the attributes are constant and cannot be customized for a concrete research portal without losing the conformity to the CERIF exchange standard. Second, a semantic standardization of entity descriptions is not addressed by CERIF. For example, for a product description, one large textual attribute is provided, the content of which is custom and can be chosen freely. With the approach presented in this paper, we tie in with these two issues and provide a means for a flexible development of customized description patterns and a semantic standardization of research information representation.



**Figure 2. Main elements of the CERIF standard**

With *yourResearchPortal.com* a software platform has been proposed which is capable of generating and maintaining multiple research portals [6]. Compared to the CERIF standard, the authors introduce the concept of a *research result* which acts as the central entity of a portal on their platform. They argue that the results of a research process are gained independently from their presentation in publications (e.g., one research result can be described in many publications). The authors address the problem of the comparability of research information representation by introducing ideas from the area of Business Intelligence to the field of research portals. In particular, they enable the definition of different dimensions for the classification of entities in the portal. The application of the same classification schema throughout a portal allows for conducting multi-dimensional analyses of the research information gained in the portal. However, the authors also include unstructured large text fields for the descriptions of research results, projects, and organizations, which are prone to the emergence of semantic ambiguities. These are, in turn, expensive to eliminate. The approach presented in this paper can be seen as a further development, which augments those large unstructured textual descriptions with semantic standards.

**Table 1. Attributes of a *result product* in CERIF**

Attribute	Type	Cardinality
Internal identifier	string	one
URI	string	one
Product Name	multi-language string	one per language
Product Description	multi-language string	one per language
Product Keywords	multi-language string	one per language
Publication	typed link	many per type
Organization	typed link	many per type

Project	typed link	many per type
Person	typed link	many per type
Funding program	typed link	many per type

## 2.2 Semantic Standardization of IT Artifacts

Unified knowledge representation has been a research problem existing for the last few decades. A number of approaches propose means for the resolution of ambiguous knowledge representation in different areas of application. They can be classified into two categories: Approaches deal with the problem either prior to the explication of knowledge (ex ante) or after it (ex post). Ex post approaches face the problem by analyzing existing knowledge representations, identifying ambiguities, and trying to solve them. Ex ante approaches aim at preventing the emergence of ambiguities by guiding the representation's author. As our paper deals with research portals, we focus on the explication of knowledge through *IT artifacts*, such as websites, wikis, databases and conceptual models.

Popular ex post approaches originating from the 1980s and 1990s address the resolution of ambiguities in IT artifacts related to the problem of database schema matching (cf. [39] for an overview). They analyze given schemas and identify possibly matching fragments. Further approaches do not take only single terms into consideration, like it is common in schema matching approaches, but also so-called *concepts* (e.g., [23, 14, 42]) These concepts consist of interrelated terms that are part of a domain ontology [20] and thus interconnected. These approaches have in common that existing IT artifacts (in this case: conceptual models) are connected to a domain ontology.

On the other hand, ex ante approaches focus on the avoidance of semantic ambiguities already during the construction of an IT artifact. They usually make use of conventions to limit the probability of using ambiguous terminology during the construction of IT artifacts in advance. Commonly, so-called naming conventions are provided as written glossaries, or as ontologies, which are suitable for the regarded domain. A general understanding of annotating IT artifacts (here: conceptual models) with ontological concepts is provided by [2]. Several approaches adopt terms or concepts from ontologies to use them in conceptual models [19, 9, 44, 1, 21].

Approaches related to linguistics provide standardized phrase structures as means for the generation of unambiguous denotations. Approaches related to conceptual modeling are presented by [40, 28, 33, 13]. [34] proposes an approach related to requirements engineering. [17] generate conceptual models automatically from natural language requirements descriptions.

To achieve semantic unambiguity in research portals, two aspects are crucial: First, compliance with semantic standards – either defined in an ontology or linguistically – has to be enforced. Thus, it has to be assured that users follow the standards while entering research information into the portal. Second, the semantic standards have to consider not only single terms, but also combinations of terms (either represented as complex concepts in ontologies or phrase structures to be instantiated with predefined terms), since sentences with a different order of terms may have different meanings.

The idea of our approach is to regard a research portal as a structured IT artifact that can be semantically standardized

analogously to a conceptual model. Therefore, we combine the idea of research portals with that of semantic standardization conceptual models. In particular, we favor the linguistic approach, as it is necessary to provide means for expressing syntactically correct sentences in a research portal rather than simple model element labels. Therefore, we reuse an approach that provides the user with a domain vocabulary and syntactic conventions restricting the possibilities of formulating sentences.

In our approach, conventions regarding vocabulary and syntax of textual descriptions have to be specified ex ante while defining the research portal, that is, before any contents are entered. During the process of entering research information into the research portal, the user is guided by a software wizard in order to assure compliance with the conventions [13]. Entered textual descriptions are parsed in the background and validated against specified conventions. Both the grammatical structure and the vocabulary are analyzed. If the provided description is considered valid, it is accepted by the portal system and the content can be persisted. Otherwise, the user is informed by the system about the violation and has to adjust the input. Exception handling routines are available so that content might be saved temporarily in case of insufficient conventions.

### 3. STANDARDIZATION IN RESEARCH PORTALS

In the following, we present the conceptual specification of our approach. It consists basically of two main concepts: a) the research portal structure definition and b) the semantic standardization definition, which are linked together (cf. in the

following Figure 3). These two concepts allow for a) an individual definition of a concrete portal structure based upon a given application scenario and b) a context-based specification of semantic standardization conventions.

The central element of the conceptual basis for the specification of the research portal structure (cf. the black-shaded area in Figure 3) is the *Research Entity*. This concept can be seen as a generalization of CERIF entities [25]. It subsumes core entities representing the research environment (e.g., *Researcher*, *Project*, and *Organization*) as well as result entities, which cover the outcomes of research activities (e.g., *Publication* and *Research Result*). Additionally, research entities might represent further concepts (e.g., patents, products, goals, missions, and topics) staying in a defined relation to those mentioned. Research entities can be linked together building an *Entity Structure*. Every relation has a concrete *Relationship Type* like “is author of”, “is part of”, or “is result of”.

We also include the concept of *Entity Classification* borrowed from [26]. To this end, multiple *Dimensions* can be defined, which subsume *Values* aligned in *Value Hierarchies*. The classification of research entities occurs by linking an entity to one or more values of a dimension. The definition of such dimensions allows for conducting multidimensional analyses of information accumulated in research entities and their structures.

For a research portal, it is crucial that research entities are provided with mostly textual *Descriptions* representing natural-language research information. In this approach, we seek to provide a means of standardizing (or restricting) the semantics of these descriptions. For this purpose, we introduce the concept of a

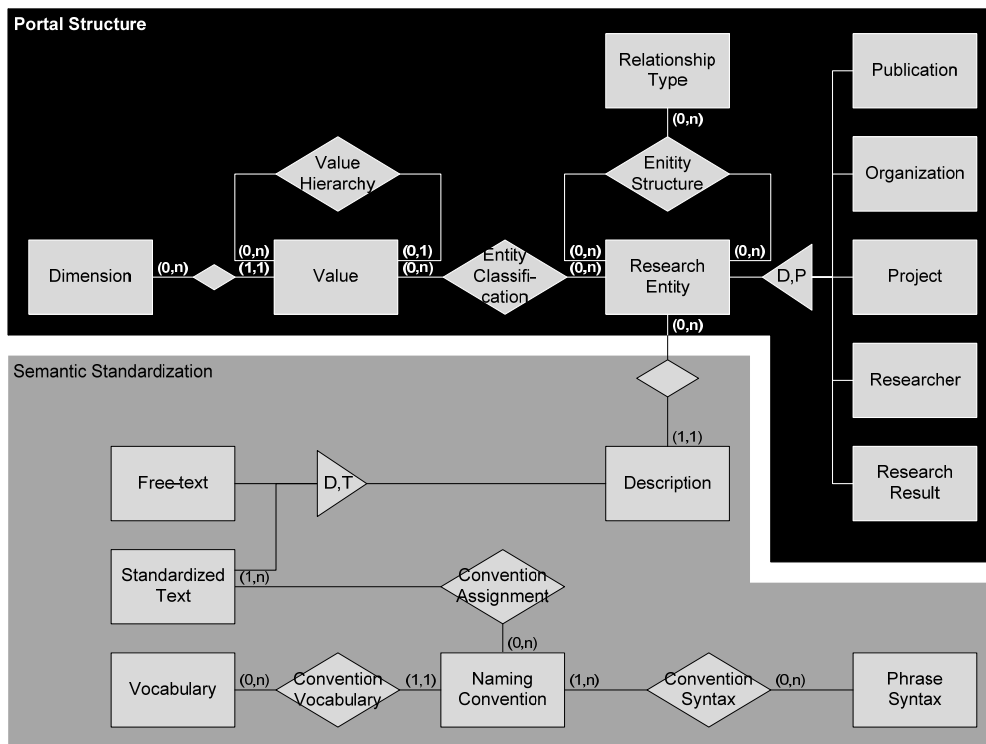


Figure 3. Conceptual specification of the approach

*Standardized Text* (cf. the grey-shaded area in Figure 3) being a specialized description. As we think that not every description can be semantically standardized, we also provide the construct of a *Free-text* representing a semantically unrestricted description. The semantic standardization of description is carried out by assigning one or more *Naming Conventions* to a description. The convention itself consists of two main components: a specific *Vocabulary* and one or more definitions of the *Phrase Syntax*. This way, we are able to restrict the applicable grammar of a description by controlling its main components lexicon and syntax. See [13] for details on this semantic standardization approach in the context of conceptual models. Here, we make the phrase syntax specification flexible to allow for both very concrete but also more general specifications. An example of the former is “<verb, present simple><noun, singular>” and of the latter “nominal phrase” or “affirmative present tense phrase”. These phrase structure specifications have to be compatible to the linguistic parsers/taggers applied in the validation process. By the use of syntax restrictions, we try to control the granularity of descriptions. For example, if a goal has to be stated as a single nominal phrase, it has to be precisely explicated.

The conceptual foundation of our approach has to be individually customized based on a specific application scenario of a research portal to be developed. For the aspect of portal structure, this includes the concrete definition of existing research entities, allowed relationships, and their types. If needed, dimensions and values have to be specified as well. We think that, for example, the CERIF specification or the reference model for research portals [26] might be taken as a good starting point for this task.

For the aspect of semantic standardization, a portal customization includes the definition of one or more applicable vocabularies (i.e., repositories of allowed terms accompanied with meta-information) as well as the definition of allowed phrase structures. For the former, general-purpose repositories like WordNet [16] or the literature of the discipline might be a good starting point depending on the concreteness of a standardized text. For the latter, basic natural-language phrase definitions could be a basis to build upon.

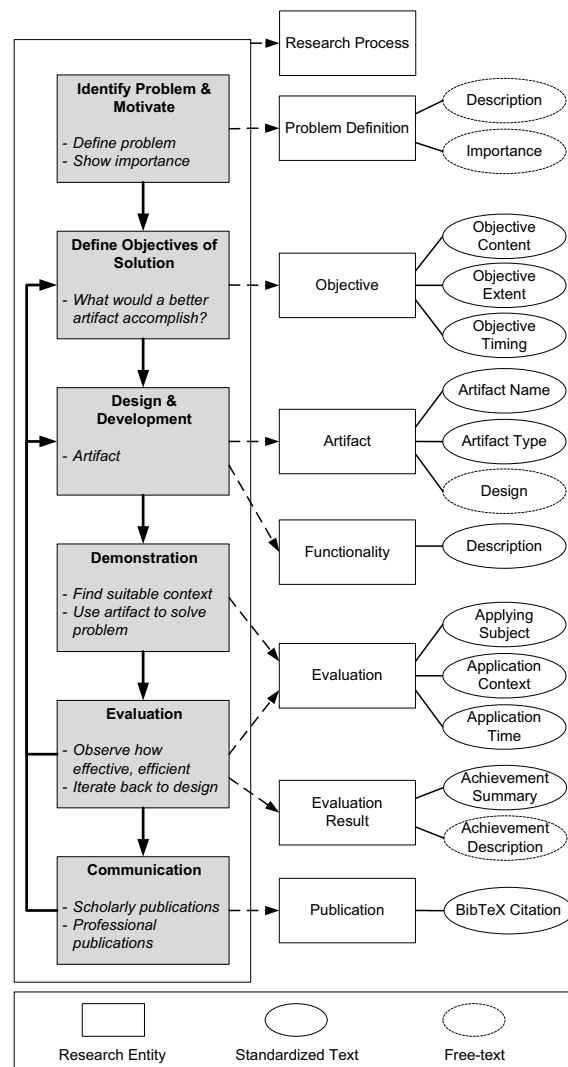
#### 4. APPLICATION EXAMPLE

We demonstrate the application of our approach with the example of design science information systems research [30]. The goal of this example is to show that, given a specific scenario, the customization of a research portal's structure and a semantic standardization for this scenario are feasible. We analyze a research process proposed for design science research and derive the structure and semantic standardization of a portal addressing research that follows this paradigm. This way, we configure a research portal which, in our opinion, better suits the needs of the design science research dissemination than a general-purpose one. We pick this research paradigm solely as an example while we think that analogous customizations are feasible for other application scenarios (e.g., paradigms and discipline cultures) of research portals as well.

The design science research process (DSRP) of [38] is a reference process model for design science research. It was inspired by a number of influential literature positions on design science from the past twenty-five years (e.g., [4, 32, 22]). The authors present their process model as a reference but state explicitly that

researchers do not have to start from the first activity. Instead, they might start in the middle of the process and move outward. However, from the point of view of research process documentation and dissemination, it is not essential in which order the activities were carried out as long as their descriptions and outcomes are provided. Thus, we argue that the DSRP is a good basis for our example.

In the following, based upon the structure and discussion of DSRP activities, we derive research entities and their descriptions in standardized as well as free-text form. This is demonstrated in Figure 4. With dashed arrows, we link research entities to those concepts of DSRM which we derive them from. With solid lines, we associate descriptions to research entities.



**Figure 4. Deriving research portal structure and semantic standardization from DSRP**

For a better comprehensibility, we present the derived allowed structure of the entities separately in Figure 5. There, we refrain from depicting concrete *Relationship Types* (i.e., their names) as

we describe them textually whereas presenting them would, in our opinion, reduce the readability of the model. For the sake of clarity and focused presentation, we also refrain from deriving dimensions and defining general vocabulary.

One of the goals of developing the DSRP was to “provide a mental model for presenting and evaluating design science research in information systems” [38]. Researchers are invited to structure their publications and presentations according to the process. Thus, we establish the research entity *Research Process* as a central result construct in the portal structure. When researchers present their design science research they talk about the research process. This entity acts as a container for succeeding more-detailed entities. The DSRP consists of six activities and we analyze each of them to find out which research entities with which descriptions would appropriately document these activities.

From the activity of problem identification and motivation, we derive the research entity *Problem Definition*. Here, researchers define the problem using a free-text Description and motivate its Importance using a free-text as well. As “it may be useful to atomize the problem conceptually” [38], these descriptions might have different individual structures and, therefore, we do not seek to restrict researchers too much by introducing semantic standardization for this research entity. In our opinion, a DSRP has exactly one problem definition. It is possible that more than one research process is triggered the same problem definition as multiple solutions can address the same issue in different ways.

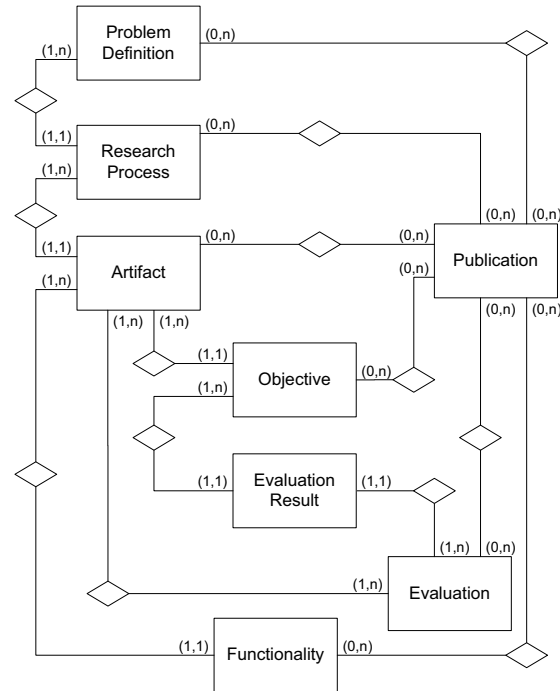
The research entity *Objective* documents the activity “Define Objectives of a Solution”, that is, represents a desired property (state) of a solution. This state is to be achieved in the DSRP. According to goal management in controlling literature, we divide the objective into three main components, which we think can be semantically standardized. First, *Objective Content* states what exactly is to be achieved. This can be expressed with nominal phrases (e.g., “Increase of performance”) or with affirmative present-tense statements (e.g., “Wireless communication is possible.”). Second, *Objective Extent* describes how much of the goal content is to be achieved. This information can be explicated using a list of adjectives representing the extent. Finally, *Objective Timing* states when the goal is to be achieved. This description field can be standardized to include date/time values.

Based on the activity of artifact design and development, we derive two research entities *Artifact* and *Functionality*, which are interrelated with each other. An artifact is characterized by an identifying *Artifact Name* supporting its autonomous character. Names can be standardized as nominal phrases. Further on, artifacts are of a concrete *Artifact Type*. This description can also be semantically standardized. For example, [22] restricts the type list to four positions: construct, model, method, and instantiation. Thus, this field could be realized as a single-choice selection list. Finally, for each artifact the *Artifact Design* should be described meaning its inner structure (architecture). As research portals do not accumulate all accessible knowledge but rather point to original sources [46, 49], the design description should have an aggregated rather than extensive form. Nevertheless, we do not think that a semantic standardization would be feasible for this issue.

Each artifact is further characterized by at least one research entity *Functionality*. This is the dynamic counterpart to the rather structural aspect of an artifact design (architecture). The desired

features of the artifact should provide a contribution to the achievement of the objectives. We think that functionality descriptions might be semantically standardized based on nominal phrases.

From the two activities of demonstration and evaluation, we derive only one research entity *Evaluation* as both activities are not autonomous and depend on each other. First, a demonstration of an artifact application with no critical analysis of its contribution to the objectives merely shows that an artifact *can* be applied but not that it actually solves the problem by reaching the objectives. On the other hand, an evaluation without preceding demonstration is not possible. Without the knowledge that an artifact achieves the objective content, we cannot measure the extent of objective achievement. If more than one artifact is developed in a DSRP, each of them has to demonstrated and evaluated. However, an evaluation might be conducted for multiple artifacts at one time (cf. Figure 5).



**Figure 5. Relations between research entities based on DSRP**

The research entity *Evaluation* is characterized by three semantically standardized descriptions. The *Applying Subject* is a single nominal phrase denoting the person or group of persons who apply the artifact. *Application Context* describes the particular purpose of the application (i.e., answers the question “why does the subject apply the artifact?”) by the means of a single nominal phrase. Thus, the application context is a concrete instantiation of the general problem definition which the applying subject is facing. *Application Time* denotes the span of time when the application took place.

Based upon the activity of evaluation, we derive the entity *Evaluation Result*, which is directly related to one of the previously defined objectives as well as to a concrete evaluation. An evaluation result describes to what extent an objective was

achieved in the evaluation. We propose two characterizing descriptions: a semantically standardized *Achievement Summary* for a brief statement on the extent of objective achievement and a free-text *Achievement Description* for additional explanations.

Finally, the last activity in the nominal DSRP is the communication of the conducted research in both research and professional community. From this activity, we derive the research entity *Publication*, whose description is standardized using a *BibTeX Citation* [37]. We chose BibTeX as it is widespread in the research community and can be mapped to other notations using accessible tools. Researchers are prompted to communicate “the problem and its importance, the artifact, its utility and novelty, the rigor of its design, and its effectiveness” [38], that is, the DSRP as a whole and the outcomes of individual activities. To this end, we allow for relating publications to all derived research entities (cf. Figure 5).

To demonstrate the practical feasibility of this derived research portal structure and semantic standardization, we apply it to describe an existing DSRP. For the purpose of such an exemplary demonstration, we picked up the research process of designing *yourResearchPortal.com* based on [6]. Three authors of this paper also participated in that research process. See Table 2 for details. Descriptions which are not semantically standardized are written in italics.

**Table 2. Standardized description of the DSRP of *yourResearchPortal.com***

Research Entity / Description	Contents (phrase syntax)
<b>Problem Definition</b>	
Description	<i>Research portals help to countervail the disadvantages of specialization in research. The creation and maintenance of a research portal requires not only domain knowledge but also thorough IT skills.</i>
Importance	<i>Enabling IT-unskilled researchers to create functional research portals is required for a widespread application of research portals.</i>
<b>Objective 1</b>	
Objective Content	Researchers are able to generate research portals. ( <i>affirmative present-tense statement</i> )
Objective Extent	easy, fast ( <i>list of adjectives</i> )
Objective Timing	n/a ( <i>date/time value</i> )
<b>Objective 2</b>	
Objective Content	Generated research portals realize five introduced core functions. ( <i>affirmative present-tense statement</i> )
Objective Extent	full ( <i>list of adjectives</i> )
Objective Timing	n/a ( <i>date/time value</i> )
<b>Artifact</b>	

Artifact Name	<i>yourResearchPortal.com (nominal phrase)</i>
Artifact Type	<i>instantiation (noun; restricted selection)</i>
Design	<i>The system consists of two main components. The data administration component is realized using the CMS Drupal. The data analysis component is realized using the OLAP engine Mondrian. Both components operate on the same database structure and are integrated in one GUI.</i>
<b>Functionality 1</b>	
Description	<i>Easy and fast generation of research portals (nominal phrase)</i>
<b>Functionality 2</b>	
Description	<i>Maintenance of multiple portals on one site (nominal phrase)</i>
<b>Functionality 3</b>	
Description	<i>Multidimensional analyses (nominal phrase)</i>
<b>Evaluation</b>	
Applying Subject	<i>Authors (nominal phrase)</i>
Application Context	<i>Creation and maintenance of a research portal for service science (nominal phrase)</i>
Application Time	<i>n/a (date/time value)</i>
<b>Evaluation Result 1</b>	
Achievement Summary	<i>full (adjective; restricted selection)</i>
Achievement Description	<i>Easy and fast generation of research portals is possible “at the push of a button”.</i>
<b>Evaluation Result 2</b>	
Achievement Summary	<i>partial (adjective; restricted selection)</i>
Achievement Description	<i>The core functions one to four are fully supported. The fifth core function is partially supported. Better discussion support is needed.</i>
<b>Publication</b>	
BibTeX Citation	<pre>@inproceedings{Becker2010,   author = {Becker, J. and Knackstedt, R. and Lis, E. and Stein, A.},   title = {Entwicklung und Anwendung eines Internetwerkzeugs zur Generierung von Forschungsportalen},   year = {2010},   booktitle = {Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2010)},   note = {Göttingen} }</pre>

The example shows the practical applicability of the structure and semantic restrictions derived from DSRM. All descriptions besides those referencing time information could be found in the source publication and expressed using the given structure. It was somewhat challenging to decide on semantically standardized

descriptions like objectives and functionalities as one has to build a mental model of the conducted research based on the accessible documentation and memorized experiences. However, in our opinion this enhanced the quality of representation as statements need to be precise and comply with semantic restrictions. Even though the phrase structure specifications are mostly rather unrestrictive (e.g., “nominal phrase”), they allow for controlling the granularity of descriptions. For example, specifying the objectives as single affirmative present-tense statements along with their expected extent in form of adjectives seems flexible enough to allow for a convenient description but restrictive enough to have impact on the granularity and quality. In this example, we do not make excessive use of lexical conventions as we cannot identify a domain vocabulary for design science research. This should be possible for research portals organized around a certain narrow topic.

Summarizing, the derived portal definition enforced the whole description of the research process to be structured, explicit, and compact. Moreover, a direct relation to the nominal DSRP process could be established. On the other hand, the derived structure and restrictions made the task of describing a research process more time-consuming as simple data reuse techniques (e.g., copy & paste) are generally not applicable.

## 5. DISCUSSION AND OUTLOOK

The work presented in this paper addresses the problem of ensuring consistency and comparability in research dissemination. We seek to solve this problem using research portals, which are customized to individual application scenarios. To this end, we propose an approach consisting of a conceptual specification of a generic portal structure along with its enhancement allowing for a semantic standardization of textual contents. For a given application scenario, this conceptual basis has to be customized by defining the specific portal structure and concrete semantic standardization restrictions. We demonstrate such a customization for a research portal focusing design science and further show how research information could be represented in this customized portal by describing an exemplary research process.

We conclude that our approach has the potential to increase the consistency and comparability of research dissemination with research portals. This can be realized by a) an individually customizable portal structure, which is able to reflect the nature of a specific application scenario better than generic structures and b) a semantic standardization of textual descriptions, which enforces them to be precise, compact, and use the vocabulary of the domain. Furthermore, the extensive use of semantic standardization in research portals allows researchers for connecting different portals more easily. Through the explicit specification of the necessary domain vocabularies, it becomes possible to align these with the goal of portal interoperability, even if they originate from different research disciplines.

On the other hand, our approach requires more effort than generic ones (e.g., those exactly following the CERIF standard) in the design phase of a portal as well as during the description of research entities. We argue that these higher costs of use result in a higher quality of the research representation. However, this assumption requires a thorough evaluation. To this end, several steps are scheduled. First, we want to test the research portal structure customized for design science in the preceding section

using multiple design science research processes. Good candidates might be the examples of research processes analyzed in [22, 38]. Second, we are going to validate our general concept by customizing portals for multiple application scenarios. To realize this, we are currently working on an implementation of the presented approach in a research portal system. We base the system upon a common content management system (CMS) supporting a flexible definition of content types (research entities and descriptions). We extend the system by allowing for the specification of semantically standardized fields. Moreover, we bind linguistic tools for on-the-fly data validation. Finally, with a completed implementation we will be able to conduct empirical analysis on the cost-benefit ratio of our approach in real life portal settings. We expect that approach is particularly useful in smaller individual application scenarios contrarily to mass-scale research portals, which rather lack individual structural and semantic characteristics. Moreover, as we expect our approach to increase the transparency in research dissemination it might be interesting to analyze its acceptance. In particular, some stakeholders might fear changing the status quo.

In future research, several issues need to be discussed. First, as our approach can be seen as a further development of the CERIF standard, it has to be analyzed in how far it is still compatible with the data exchange reference model. We expect that individual data mappings will have to be established. Second, the compatibility of our work with automated data collection approaches like data harvesting [5, 35] needs to be proven. This might be particularly advantageous regarding the bibliographic aspect. Third, as we implement our approach in a generic CMS, it will be in our opinion interesting to investigate how our approach might be useful in general content management settings not related to research information. Finally, an interesting research outlook is the semantic standardization of large textual fields incorporating multiple sentences.

## REFERENCES

- [1] Abramowicz, W., Filipowska, A., Kaczmarek, M., and Kaczmarek, T. 2007. Semantically enhanced Business Process Modelling Notation. In *Semantic Business Process and Product Lifecycle Management. Proceedings of the Workshop SBPM 2007, Innsbruck, April 7, 2007*, M. Hepp, K. Hinkelmann, D. Karagiannis, R. Klein, N. Stojanovic, Ed. CEUR Workshop Proceedings, Innsbruck, Austria. 88-91.
- [2] Ahlemann, F., Teuteberg, F., and Brune, G. 2006. Ontologie-basierte Attributierung von Informationsmodellen: Grundlagen und Anwendungsgebiete. In *ISPRI-Arbeitsbericht, Nr. 01/2006*, F. Teuteberg, F. Ahlemann, Ed. Universität Osnabrück, Osnabrück, Germany.
- [3] Alavi, M. and Leidner, D. E. 2001. Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly* 25, 1, 107-136.
- [4] Archer, L. B. 1984. Systematic method for designers. In N. Cross (ed.), *Developments in Design Methodology*. John Wiley, London, 57-82.
- [5] Arms, W. Y., Dushay, N., Fulker, D., and Lagoze, C. (2003) A case study in metadata harvesting: the NSDL. *Library Hi Tech* 21(2):228-237.

- [6] Becker, J., Knackstedt, R., Lis, L., and Stein, A. 2010. Entwicklung und Anwendung eines Internetwerkzeugs zur Generierung von Forschungsportalen. In *Proceedings der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2010)*. Göttingen, 2010.
- [7] Becker, J., Knackstedt, R., Lis, L., and Stein, A. 2010. Towards a Maturity Model for Research Portals. In *Proceedings of the Proceedings of the 18th European Conference on Information Systems (ECIS 2010)*. Pretoria, Südafrika.
- [8] Benbya, H., Passiante, G., and Belbaly, N. A. 2004. Corporate portal: a tool for knowledge management synchronization *International Journal of Information Management* 24, 3, 201-220.
- [9] Born, M., Dörr, F., and Weber, I. 2007. User-friendly semantic annotation in business process modeling. In *Proceedings of the International Workshop on Human-Friendly Service Description, Discovery and Matchmaking (Hf-SDDM 2007) at the 8th International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2007)*, M. Weske, M.-S. Hacid, C. Godart, Ed. Springer, Nancy, France. 260-271.
- [10] Carayol, N. and Matt, M. 2004. Does research organization influence academic production? Laboratory level evidence from a large European university. *Research Policy* 33, 8, 1081-1102.
- [11] Chen, P.P.-S. 1976. The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems* 1, 1, 9-36.
- [12] Daniel, E. and Ward, J. 2005. Enterprise Portals: Addressing the Organizational and Individual Perspectives of Information Systems. In *Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems (ECIS 2005)*, Regensburg, Germany
- [13] Delfmann, P., Herwig, S., and Lis, L. 2009. Unified Enterprise Knowledge Representation with Conceptual Models - Capturing Corporate Language in Naming Conventions. In *Proceedings of the 30th International Conference on Information Systems (ICIS 2009)*, Phoenix, AR.
- [14] Ehrig, M., Koschmider, A., and Oberweis, A. 2007. Measuring similarity between semantic business process models. In *Proceedings of the Fourth Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM 2007)*, J.F. Roddick, A. Hinze, Ed. Australian Computer Society, Ballarat, 71-80.
- [15] Eppler, M. J. and Burkhard, R. A. 2007. Visual representations in knowledge management: framework and cases. *Journal of Knowledge Management* 11, 4, 112-122.
- [16] Fellbaum, C. (ed.) 1998. *WordNet: An Electronic Lexical Database*. The MIT Press. Cambridge, MA, USA.
- [17] Fliedl G., Kop C., and Mayr, H. C. 2005. From textual scenarios to a conceptual schema. *Data & Knowledge Engineering* 55,1, 20-37.
- [18] Fox, M. F. 1992. Research, Teaching, and Publication Productivity: Mutuality Versus Competition in Academia. *Sociology of Education* 65, 4, 293-305.
- [19] Greco, G., Guzzo, A., Pontieri, L., and Saccà, D. 2004. An ontology-driven process modeling framework. In *Proceedings of the 15th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2004)*, F. Galindo, F., Takizawa, M., R. Traummüller, Ed. Springer, Zaragoza, Spain. 13-23.
- [20] Guarino, N. 1998. Formal Ontology and Information Systems. In *Proceedings of the 1st International Conference on Formal Ontologies in Information Systems*, N. Guarino, Ed. ACM Press, Trento, Italy. 3-15.
- [21] Hepp, M. and Roman, D. 2007. An Ontology Framework for Semantic Business Process Management. In *eOrganisation: Service-, Prozess-, Market-Engineering. Proceedings der 8. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik. Band 1*, A. Oberweis, C. Weinhardt, H. Gimpel, A. Koschmider, V. Pankratius, B. Schnizler, Ed. Universitätsverlag, Karlsruhe, Germany. 423-440.
- [22] Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., and Ram, S. 2004. Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28, 1, 75-105.
- [23] Höfferer, P. 2007. Achieving business process model interoperability using metamodels and ontologies. In *Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems (ECIS 2007)* H. Österle, J. Schelp, & R. Winter, Ed. St. Gallen, Switzerland, 1620-1631.
- [24] ISO. 1982. *Concepts and Terminology for the conceptual Schema and the Information Base*. Technical report ISO/TC97/SC5/WG3
- [25] Jörg, B., Jeffery, K. G., Asserson, A., and Grootel, G. 2008. CERIF 2008 1.0 – Full Data Model. <http://www.eurocris.org/cerif/cerif-releases/cerif-2008/>.
- [26] Knackstedt, R., Lis, L., Stein, A., Becker J., and Barth, I. 2009. Towards A Reference Model for Online Research Maps. In *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS 2009)*, Verona, Italy.
- [27] Krücken, G. and Meier, F. 2006. Turning the University into an Organizational Actor. In *Globalization and Organization*, G. Drori, J. Meyer, H. Hwang, Ed., Oxford University Press, New York, 241-257.
- [28] Kugeler, M. 2000. Informationsmodellbasierte Organisationsgestaltung: Modellierungskonventionen und Referenzvorgehensmodell zur prozessorientierten Reorganisation. Doctoral Thesis, University of Münster.
- [29] Laudel, G. 2005. Is External Research Funding a Valid Indicator for Research Performance. *Research Evaluation* 14, 27-34.
- [30] March, S. T. and Smith, G. F. 1995. Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems* 15, 4, 251-266.
- [31] Ngai, E. and Chan, E. 2005 Evaluation of knowledge management tools using AHP. *Expert Systems with Applications* 29, 4, 889-899.



- [32] Nunamaker, J. F., Chen, M., and Purdin, T. D. M. 1990. Systems development in information systems research. *Journal of Management Information Systems* 7, 3, 89–106.
- [33] Nüttgens, M. and Zimmermann, V. 1998. Geschäftsprozeßmodellierung mit der objektorientierten Ereignisgesteuerten Prozeßkette (oEPK). In *Informationsmodellierung – Branchen, Software- und Vorgehensreferenzmodelle und Werkzeuge* M. Maicher, H.-J. Scheruhn, Ed. Wiesbaden, Germany. 23-36.
- [34] Ortner, E. 1997. *Methodenneutraler Fachentwurf*. Stuttgart, Germany.
- [35] Ortyl P, Pfingstl S (2004) Extrahierung bibliographischer Daten aus dem Internet. LNI 51:203-207.
- [36] Palmisano, J. 2009. Motivating Knowledge Contribution in Virtual Communities of Practice: Roots, Progress and Needs. In *Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2009)*, San Francisco, California, USA.
- [37] Patashnik, O. 1988. BibTeXing. <http://dante.ctan.org/tex-archive/biblio/bibtex/contrib/doc/btxdoc.pdf>.
- [38] Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., and Chatterjee, S. 2007. A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems* 24, 3, 45-77.
- [39] Rahm, E., and Bernstein, P. A. 2001. A Survey of Approaches to Automatic Schema Matching. *The International Journal on Very Large Data Bases* 10, 4, 334-350.
- [40] Rosemann, M. 1996. Komplexitätsmanagement in Prozeßmodellen. Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Informationsmodellierung. Gabler, Wiesbaden, Germany.
- [41] Rynes, S. L., Bartunek, J. M., and Daft, R. L. 2001. Across the Great Divide: Knowledge Creation and Transfer between Practitioners and Academics. *The Academy of Management Journal* 44, 2, 340-355.
- [42] Sabetzadeh, M., Nejati, S., Easterbrook, S., and Chechik, M. 2007. A Relationship-Driven Framework for Model Merging. In *Proceedings of the Workshop on Modeling in Software Engineering (MiSE'07) at the 29<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering*. IEEE Computer Society, Minneapolis, USA.
- [43] Schimank, U. 2005. New public management and the academic profession: Reflections on the German situation. *Minerva* 43, 361–376.
- [44] Thomas, O., and Fellmann, M. 2009. Semantic Process Modeling – Design and Implementation of an Ontology-Based Representation of Business Processes. *Business & Information Systems Engineering* 1, 6, 438-451.
- [45] Tian, J., Nakamori, Y., and Wierzbicki, A. P. 2009. Knowledge management and knowledge creation in academia: a study based on surveys in a Japanese research university. *Journal of Knowledge Management* 13, 2, 76-92.
- [46] Vail, E. 1999. Knowledge Mapping: Getting Started with Knowledge Management. *Information Systems Management* 16, 4, 1-8.
- [47] Wang, J., Peters, H. P., and Guan, J. 2006. Factors influencing knowledge productivity in German research groups: lessons for developing countries. *Journal of Knowledge Management* 10, 4, 113-126.
- [48] Wenger, E. C. and Snyder, W. M. 2000. Communities of practice: The organizational frontier *Harvard business review* 78, 1, 139-146.
- [49] Wexler, M. N. 2001. The who, what and why of knowledge mapping. *Journal of Knowledge Management* 5, 3, 249-263.
- [50] Yu, M. Y., Lang, K. R., and Kumar, N. 2010. Supporting Better Communication in Academic Communities of Practice: An Empirical Study of AIS/ISWORLD. *Communications of the Association for Information Systems* 26, 305-328.
- [51] Zhang, W. and Li, G. 2006. Wonders Knowledge Portal. *Communications of the Association for Information Systems* 17, 223-238.

# Die Bedeutung relationaler Faktoren für den IT-Wertbeitrag

## Eine Studie unter den größten 1.500 US-Banken

Daniel Beimborn, Nils Joachim, Frank Schlosser, Tim Weitzel  
Otto-Friedrich-Universität Bamberg  
Feldkirchenstr. 21  
96045 Bamberg  
{vorname.nachname}@uni-bamberg.de

Heinz-Theo Wagner  
German Graduate School of  
Management and Law  
Bahnhofstr. 1  
74072 Heilbronn  
heinz-theo.wagner@ggs.de

### ZUSAMMENFASSUNG

Diese Arbeit untersucht die Auswirkung von operativem IT-Business-Alignment sowie insbesondere der Gestaltung der Beziehungsschnittstelle zwischen verschiedenen Fachbereichen auf die Nutzungsintensität von Informationssystemen sowie auf die Geschäftsprozessleistung.

Wir entwickeln ein theoretisches Modell unter Anwendung einer sozialen Perspektive auf Alignment und auf die Beziehungsschnittstelle und evaluieren es anhand einer Studie der IT-Nutzung im Firmenkreditprozess US-amerikanischer Banken.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Qualität der Beziehungsschnittstelle zwischen verschiedenen Fachbereichen einerseits und zwischen IT-Einheit und Fachbereichen (gemessen in Form von Vertrauen, gemeinsames Wissen und struktureller Interaktion) andererseits erhebliche Auswirkungen auf die Nutzung der Informationssysteme im Kreditprozess und darüber auf die Leistung des Kreditprozesses haben. Insbesondere der Zusammenhang im Dreieck operatives Alignment, Beziehungsschnittstelle zwischen Fachbereichen und Nutzung von Informationssystemen liefert einen neuen Beitrag zu unserem Verständnis des Geschäftswertbeitrages der IT.

### Schlüsselwörter

IT-Business-Alignment, operative Ebene, fachbereichsübergreifende Beziehungen, IT-Nutzung, Geschäftsprozessleistung, PLS

### 1. PROBLEMSTELLUNG

Eine Vielzahl an Studien zum Geschäftswertbeitrag von Informationstechnologie (IT) im Allgemeinen und der Rolle der Zusammenarbeit zwischen Organisationseinheiten im Speziellen hat uns dazu veranlasst, den IT-Wertschöpfungsprozess näher zu beleuchten. IT kann nur dann einen Wertbeitrag liefern, wenn Mitarbeiter aus den Fachbereichen die vorhandenen Informationssysteme (IS)

effektiv und effizient nutzen sowie darüber hinaus Einfluss auf die stetige Verbesserung der Systeme ausüben. Daher ist die Nutzung der IS in den Fachbereichen als auch die Art und Weise, wie Fachbereiche IT-unterstützt miteinander zusammenarbeiten, entscheidend für die Generierung eines IT-Wertbeitrags. Wir erwarten dementsprechend durch die Erforschung des Beziehungsgeflechts an der Schnittstelle von IT- und Fachbereichen als auch hinsichtlich der Zusammenarbeit zwischen Fachbereichen neue Erkenntnisse für den IT-Wertschöpfungsprozess.

In diesem Beitrag ziehen wir die Forschungsperspektive des sozialen IT-Business-Alignment (im Folgenden wird der Begriff „Alignment“ synonym verwendet) heran, um zu analysieren, wie sich die Art der Beziehungsstruktur (i. S. v. Interaktion, gemeinsamer Sprache, gegenseitigem Verständnis, Vertrauen) zwischen IT- und Facheinheiten innerhalb des Unternehmens auf die Nutzung der IS und letztlich auf den Erfolg eines Geschäftsprozesses auswirkt.

Die verschiedenen Facetten von Alignment sind bzgl. ihrer Rolle für den IT-Geschäftswertbeitrag in zunehmenden Umfang sowohl konzeptuell als auch empirisch gut verstanden [16]. Allerdings beschäftigen sich die meisten Alignment-Studien mit der strategischen Ebene [3], wobei hier sehr häufig die Abstimmung von IT- und Geschäftsplänen sowie -strategien und die Teilnahme von IT-Führungskräften in Geschäftsplanungsrounds und umgekehrt im Mittelpunkt stehen [32]. In neueren Studien wird zusätzlich zu Plänen, Strategien und gegenseitiger Teilnahme an Planungsrounds die Bedeutung des sozialen Alignments hervorgehoben und mehr Forschung unter diesem Aspekt gefordert [50]. Allerdings ist auch diese Forschung i.d.R. rein auf strategischer Ebene angesiedelt und nur sehr wenige Arbeiten beziehen auch die operative Ebene ein (bspw. [6]). Dieses Defizit ist überraschend, denn das häufig als Rahmenwerk zugrunde gelegte Strategic Alignment Model [28] kennt nicht nur die strategische, sondern auch die operative Ebene und unterstreicht die Bedeutung von Alignment auf allen organisatorischen Ebenen. Die Bedeutung der operativen Ebene ergibt sich daraus, dass ohne Umsetzung von Strategien auf operativer Ebene eben diese Strategien wirkungslos sind [22]. Weiterhin gibt es Hinweise in der Literatur, dass es wichtige Strukturen außerhalb des klassischen strategischen Alignments gibt [14], die es zu untersuchen gilt.

Unsere Arbeit möchte diesem Defizit begegnen und wir wenden daher die bislang auf strategischer Ebene untersuchten Dimensionen des sozialen Alignments [14, 54, 55, 65] auf die operative Ebene des Unternehmens an. Dort findet das tägliche Geschäft statt und es werden die IS im und für den operativen Geschäftsbetrieb genutzt. Daher kann die effektive Nutzung der IS und deren

<sup>10<sup>th</sup></sup> International Conference on Wirtschaftsinformatik,  
<sup>16<sup>th</sup></sup> - 18<sup>th</sup> February 2011, Zurich, Switzerland

Auswirkung auf den Geschäftsbetrieb genau auf dieser Ebene erfasst werden. Zudem untersuchen wir im Unterschied zu früheren Arbeiten nicht nur die Beziehungsschnittstelle zwischen IT-Einheit und Fachbereichen, sondern auch die Schnittstelle zwischen verschiedenen Fachbereichen, die zur Durchführung eines Geschäftsprozesses miteinander interagieren und dabei zumindest teilweise auf dieselben IS zugreifen. Es ist also nicht nur wichtig, zwischen der IT-Abteilung und den Fachabteilungen eine gute Zusammenarbeit herzustellen und zu pflegen, sondern auch und gerade zwischen den einzelnen Fachabteilungen. Beispielsweise ist ein fachbereichsübergreifendes gemeinsames Verständnis darüber, warum z. B. die (korrekte) Eingabe bestimmter Daten oder die Nutzung bestehender Funktionalitäten wichtig ist, essenziell für eine effektive Zusammenarbeit und hohe Geschäftsprozessleistung. Eine unzureichende fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität kann dagegen zur Folge haben, dass jeder zu sehr auf seine eigenen Bedürfnisse achtet, also eine Gesamtprozessperspektive fehlt und so die Nutzungseffektivität der vorhandenen IS abnimmt und dadurch die Prozessleistung leidet.

CIOs sehen IT-Business-Alignment seit vielen Jahren durchweg als eine ihrer größten Herausforderungen im Bereich des IT-Managements an [39]. Auch aus Sicht der Praxis besteht also ein Bedarf, sich die Natur der bereichsübergreifenden Zusammenarbeit näher anzuschauen, um die zentralen Aspekte besser zu verstehen und Gestaltungsempfehlungen hinsichtlich der Ergreifung von Maßnahmen einer spezifischen Alignment-Governance geben zu können. Chan [14] fragt „Why haven’t we mastered alignment?“ und hebt hervor, dass informelle Organisationsstrukturen eine weitaus größere Rolle zur Steigerung der „IS Performance“ spielen würden als erwartet [14]. Trotz oder gerade wegen dieser Erkenntnis stellen Chan und Reich [16] in einer Analyse der aktuellen IT-Alignment-Literatur fest, dass es nach wie vor die Notwendigkeit gibt, informelle Strukturen intensiver zu erforschen, um praktische Gestaltungsempfehlungen erarbeiten zu können. Hierzu haben Preston und Karahanna [49, 50] kürzlich untersucht, inwieweit sich eine gemeinsame Vision von CIO und übrigem Top-Management hinsichtlich der künftigen Geschäfts- und IT-Entwicklung auf die Güte des Alignments auswirkt. Diese und andere Arbeiten zeigen, dass das soziale Alignment gerade auf strategischer Ebene zunehmend wichtig genommen wird. Wir sind jedoch der Überzeugung, dass die Betrachtung von Alignment allein auf strategischer Ebene nicht ausreicht, um den Geschäftswertbeitrag der IT zu erklären und Gestaltungsempfehlungen zu geben. Geschäftswert entsteht in Geschäftsprozessen und IS müssen für diese Prozesse vom IT-Bereich bereitgestellt und weiterentwickelt werden. Ebenso entscheidend ist jedoch eine effiziente Nutzung der vorhandenen IS durch die diversen Fachbereiche, um so die erwartete Wirkung zu entfalten. Wir formulieren daher folgende Forschungsfrage:

*Was ist die Bedeutung des operativen IT-Business-Alignments sowie der fachbereichsübergreifenden Beziehungen für die Nutzung und Effektivität von Informationssystemen?*

Im Folgenden wird diese Frage empirisch auf Basis einer Umfrage unter den 1.500 größten US-Banken untersucht. Wir fokussieren dabei auf einen konkreten Geschäftsprozess, um in einem abgrenzbaren Kontext das Zusammenspiel von Alignment, IS-Nutzung und Geschäftsprozessleistung analysieren zu können.

Dieser Artikel ist wie folgt strukturiert: In Kapitel 2 entwickeln wir ein theoretisches Kausalmodell, welches nach Einführung in

die Methodik (Kapitel 3) basierend auf den Daten einer Studie im Firmenkreditbereich US-amerikanischer Banken evaluiert wird (Kapitel 4). Es zeigt sich, dass sowohl soziales Alignment auf operativer Ebene als auch gute Beziehungen zwischen Fachbereichen substanzielle Prädiktoren für die effektive IS-Nutzung und Geschäftserfolg sind. Diese Ergebnisse werden in Kapitel 5 diskutiert.

## 2. FORSCHUNGSMODELL

### 2.1 IS-Nutzung und Geschäftsprozessleistung

Die Grundlage für die Erforschung des IT-Wertbeitrags bildet der Wunsch zu verstehen, wie und in welchem Umfang die Anwendung von IT zu einer Verbesserung der Performance von Unternehmen führt [42]. Dabei wurde gezeigt, dass der Wertschöpfungsprozess der IT nicht als direkter Effekt zwischen IT-Investitionen und Produktivität erklärt werden kann [42], sondern komplexere Erklärzusammenhänge erforderlich sind, um die indirekten Effekte und Beziehungen der IT mit komplementären Ressourcen aufzudecken und so die positiven Auswirkungen auf Geschäftsprozessleistung und unternehmerischen Erfolg erklären zu können [34, 36, 45, 48]. Das Ausmaß, in welchem IT einen messbaren Erfolg schafft, hängt zuerst davon ab, ob und wie IT generell und bestimmte IS im Besonderen innerhalb der Organisation genutzt werden [12, 33, 40]. Um also einen Wertbeitrag zu leisten, ist eine Produktivierung der technologischen IT-Ressource durch die mit ihr arbeitenden Personen erforderlich, sprich die zur Verfügung stehenden IS müssen im Rahmen der Geschäftsprozesse *effektiv* eingesetzt werden. Die Betrachtung der tatsächlichen IS-Nutzung stellt somit einen wichtigen (Teil-)Aspekt zur Untersuchung der IT-Wertschöpfung dar. Mit Blick auf einen Geschäftsprozess, welcher durch ein bestimmtes IS unterstützt wird, beeinflusst die Nutzung dieses IS die Prozessleistung und determiniert damit den IT-Wertbeitrag. Dementsprechend lautet die erste Hypothese wie folgt:

*H1: Die IS-Nutzung hat einen positiven Einfluss auf die Geschäftsprozessleistung (= IT-Wertbeitrag).*

### 2.2 Operatives IT-Business-Alignment und fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität

IT-Business-Alignment ist aus Sicht von Forschung und Praxis ein zentraler Faktor für die IT-Wertschöpfung [22, 39]. Die meisten Untersuchungen konzentrieren sich jedoch primär auf eine strategische Perspektive, obwohl bereits im Strategic Alignment Model (SAM) [28] explizit eine strukturelle Ebene enthalten ist. Da Strategien nur dann effektiv sind, wenn sie auch in Taten umgesetzt werden [22], darf die Interaktion zwischen Geschäfts- und IT-Domäne nicht auf die strategische Ebene beschränkt bleiben. Schließlich müssen selbst perfekt aufeinander abgestimmte Geschäfts- und IT-Strategien ins Tagesgeschäft übertragen werden, um die gewünschten Ergebnisse zu liefern [26]. Auf Grundlage früherer Arbeiten konzentrieren wir uns auf das IT-Business-Alignment auf *operativer* Ebene, repräsentiert durch die funktionale Integration von Fach- und IT-Abteilungen sowie den Beziehungen zwischen diesen.

Die zentrale Annahme des Alignment-Konzepts besteht darin, dass mindestens zwei Faktoren (bspw. Geschäfts- und IT-Strategie oder Geschäfts- und IT-Struktur) im Sinne organisationaler Performance aufeinander abgestimmt sein müssen [7]. Reich

und Benbasat [55] unterscheiden zwei Alignment-Dimensionen: die intellektuelle und die soziale Dimension. Die intellektuelle Dimension reflektiert den Stand in Bezug auf gut abgestimmte Geschäfts- und IT-Pläne (in Anlehnung an das strategische Alignment nach [28]). Die soziale Dimension – auf strategischer Ebene – adressiert das Verständnis der und Commitment zu Business- und IT-Mission, -Ziele und -Pläne durch die verantwortlichen Führungskräfte beider Seiten (Business und IT). Somit komplementiert das soziale Alignment den intellektuellen Aspekt, da es bewirkt, dass die jeweils beteiligten Personen die bestehenden Pläne kennen und nach diesen handeln. Dementsprechend lässt sich die soziale Alignment-Dimension definieren als der Zustand, in welchem Geschäfts- und IT-Verantwortliche Mission, Ziele und Pläne auf Fach- und IT-Seite verstehen und sich diesen verpflichtet fühlen [53]. Mit Blick auf die Treiber von Alignment haben Reich und Benbasat [55] die Faktoren gemeinsames Wissen, IT-Implementierungserfolg, Kommunikation und die Verknüpfung von IT- und Business-Planung identifiziert. Im Kern beschäftigt sich das soziale Alignment mit Interaktionen und Beziehungen, um die Entstehung einen gegenseitigen Verständnisses zu fördern.

Nachfolgend beschreiben wir die in der vorliegenden Arbeit verwendete Konzeptualisierung von sozialem Alignment auf operativer Ebene. Als Basis dient die Arbeit von Wagner [67], der operatives IT-Business-Alignment in Form dreier Dimensionen untersucht hat. Die Grundlage für diese drei Dimensionen stammt aus Konzepten von Reich und Benbasat [53, 54] und Tiwana u.a. [23], und wurde für die operative Ebene adaptiert.

Die erste Dimension beinhaltet Art, Frequenz und Qualität von *Kommunikation* und Interaktionsmustern zwischen verschiedenen betrieblichen Einheiten auf operativer Ebene, sowohl im Tagesgeschäft als auch in kleineren gemeinsamen Projekten. Ein Beispiel dafür ist die Diskussion und Umsetzung von Änderungen des genutzten IS [54]. Als zweiter Bereich wird das *gemeinsame Wissen* betrachtet, dessen Gegenstand das relevante Wissen über den jeweils anderen Bereich ist, welches ein bedeutsames Kriterium für eine effektive Zusammenarbeit zwischen Business und IT und die Erreichung einer hohen IT-Effektivität darstellt [4, 58]. Die IT-Seite sollte über hinreichendes Wissen bezüglich der unterstützen Geschäftsprozesse und der zugehörigen Organisationsstrukturen verfügen, um effektive und effiziente IT-Dienste bereitstellen zu können [64]. Auf der anderen Seite schaffen Mitarbeiter der Fachbereiche, die über gewisse IT-Kenntnisse verfügen, die Voraussetzung für eine effektivere Kommunikation, z. B. bei der Spezifikation von Änderungsanforderungen oder der Durchführung von IT-Projekten [5]. Die *Beziehungsqualität* als dritte Dimension beinhaltet die Qualität der interpersonellen Bindungen. Tiwana u. a. [65] sowie Galunic u. a. [23] haben gezeigt, dass Konzepte wie kognitionsbasiertes Vertrauen, gegenseitige Akzeptanz und Respekt als kritische Determinanten für eine gute Beziehung zwischen Fach- und IT-Personal gesehen werden müssen.

Wie unschwer zu erkennen ist, gibt es große Abhängigkeiten zwischen den drei vorgestellten Dimensionen. Reich und Benbasat [54] argumentieren, dass gemeinsames Wissen ein Treiber für Kommunikation ist. Andersherum lässt sich feststellen, dass Kommunikation das gemeinsame Wissen verbessert [1, 9, 65]. Gemeinsames Wissen trägt einerseits zur Entwicklung einer vertrauens- und respektvollen Partnerschaft bei [11, 59], kann andererseits

aber auch deren Ergebnis sein, da der Austausch zitatener Wissens wahrscheinlicher wird, wenn sich die Beteiligten vertrauen und respektieren [27, 65]. Zusammenfassend repräsentiert „operatives IT-Business-Alignment“ in Form der drei beschriebenen Dimensionen die zielorientierte Beziehungsgüte zwischen Fach- und IT-Bereich eines Unternehmens zur Erreichung effektiver Kommunikation und guten Wissensaustauschs [69] mit dem Ziel einer effektiven Nutzung der vorhandenen IS. Gutes operatives Alignment hilft somit, bedarfsgerechte IT-Dienste bereitzustellen. Wagner [67] formuliert zur Stützung dieser These folgende zwei Aussagen: (1) Alignment führt zu reiferen und effektiveren IT-Unterstützungsprozessen auf operativer Ebene [3, 29]; (2) Alignment erhöht durch häufige Kommunikation zwischen IT- und Fachbereich die Wahrscheinlichkeit, dass IS entsprechend der Fachanforderungen entwickelt und geändert werden [31, 63, 67]. Durch die bessere Einbindung der Fachbereiche in die IT-Planung können fachliche Anforderungen bei der Anpassung der IT besser berücksichtigt werden. Eine höhere Nutzungswahrscheinlichkeit und -effektivität ist die Folge [3, 35].

*H2: Operatives IT-Business-Alignment wirkt sich positiv auf die IS-Nutzung und dadurch auf die Geschäftsprozessleistung aus.*

## 2.3 Die Bedeutung fachbereichsübergreifender Beziehungsqualität für effektive IS-Nutzung

Bei der Entwicklung des Strategic Alignment Model adoptierten Henderson und Venkatraman eine globale Perspektive, die nicht nur das strategische Alignment betrachtet, sondern auch den vertikalen Fit der strategischen Ebene mit den vorhandenen Unternehmensstrukturen berücksichtigt. Konkret beschreiben sie, dass sich die auf oberster Ebene definierte Strategie in den Strukturen wiederfinden muss und damit auch die Unternehmensroutinen charakterisiert werden. Darüber hinaus beinhaltet das SAM das strukturelle Alignment zwischen Business und IT, welches später durch Arbeiten wie [67] instanziiert wurde. Schließlich zeigen die verschiedenen Bereiche des SAM auch jeweils eine Form des internen Alignments auf, welches nachfolgend genauer betrachtet wird. Dabei geht es speziell um die sog. „business internal relationship“. Unternehmen benötigen nicht nur eine gute Abstimmung von Business und IT, sondern auch eine gute Beziehung zwischen den verschiedenen Fachabteilungen, um die Leistung von Geschäftsprozessen zu verbessern. In Anlehnung an das Konzept des operativen IT-Business-Alignments adressieren wir mit der „fachbereichsübergreifenden Beziehungsqualität“ die Beziehung zwischen verschiedenen Fachabteilungen innerhalb des Unternehmens. Als charakteristische und wichtige Aspekte werden Kommunikation, gemeinsames Wissen und Kognition betrachtet, um die Güte der Zusammenarbeit verschiedener Abteilungen in einem gemeinsamen Geschäftsprozess und damit auch bei der Nutzung des selben oder verbundener IS aufzuzeigen.

Wagner [67] hebt die Beziehung zum Relationship-Asset von Ross u. a. [57] hervor und argumentiert, dass diese fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität die Fähigkeit verschiedener Fachbereiche repräsentiert, die gegenseitigen fachlichen Belange, Zwänge und Notwendigkeiten zu verstehen und eine Partnerschaft dergestalt aufzubauen, dass fachliche Anforderungen in Summe besser adressiert werden können [67]. Die Geschäftsprozessleistung hängt stark von der effektiven Zusammenarbeit verschiedener involvierter organisatorischer Einheiten ab [14, 66]. Als ein

Beispiel seien hier Frontoffice und Backoffice einer Bank genannt. An der Vergabe und dem Management von Krediten sind mehrere Fachabteilungen beteiligt, die dasselbe IS nutzen. Dementsprechend kann das Potenzial eines IS nur dann bestmöglich ausgeschöpft werden, wenn alle in den Geschäftsprozess involvierten Mitarbeiter und Abteilungen dieses auch intensiv nutzen, sprich insbesondere sämtliche vorhandenen, relevanten Daten digital erfassen und fortlaufend pflegen. Die eigene Performance und die gesamte Geschäftsprozessleistung hängen somit zumindest teilweise von der Art und Güte der IS-Nutzung der jeweils anderen Abteilung ab. Folglich lässt sich genau dann eine effizientere IS-Nutzung verbunden mit höherer Geschäftsprozessleistung vermuten, wenn die Qualität der Beziehung dieser Fachabteilungen hoch ist. Wenn alle Parteien regelmäßig miteinander interagieren und eine enge und vertrauensvolle Arbeitsbeziehung aufweisen, können Missverständnisse verhindert und fehlende Informationen vermieden werden, was wiederum einen reibungslosen Prozessdurchlauf ermöglicht. Schließlich werden kürzere Prozessdurchlaufzeiten und eine bessere Qualität der Kreditentscheidungen ermöglicht, die Kreditausfallquote reduziert und Profitabilität erhöht.

In Fallstudien im Kreditgeschäft deutscher Banken konnten wir bereits klare Hinweise darauf finden, dass eine gute Beziehung zwischen solchen Fachabteilungen, die dem IT-Bereich näher stehen und solchen, welche über weniger gute Beziehungen zur IT verfügen, auch bei letzteren zu einer effektiveren und effizienteren IS-Nutzung führen, weil die der IT nahestehende Fachabteilung als Mediator und Moderator (im Fall hoher Beziehungsqualität zwischen den Fachbereichen) Einfluss auf die IS-Nutzung der „entfernteren“ Fachabteilung nimmt. Dies führt wiederum zu einer höheren Geschäftsprozessleistung. Zum Beispiel werden Mitarbeiter des Kredit-Backoffice in der Regel einen höheren Nutzungsgrad in Bezug auf das Kreditsystem aufweisen (häufig „Power User“ oder „IT-Champions“ genannt) als die Vertriebs-einheit. Das Backoffice ist also auch dann stark betroffen, wenn andere Abteilungen wie bspw. der Vertrieb das System ineffektiv nutzen. Gutes gegenseitiges Verständnis über die Aufgaben und deren Abhängigkeiten zwischen den Abteilungen kann Spillover-Effekte des IT-Business-Alignments anstoßen. Es wirkt sich dann von der Beziehung zwischen IT und „Power Usern“ auf die anderen Fachabteilungen aus [43, 52]. In unseren Fallstudien konnten wir feststellen, dass speziell das durch bereichsübergreifende Arbeitsbiographien und temporäre Jobrotationen begünstigte gegenseitige Verständnis zu signifikanten Verbesserungen führte und dabei half, Bedenken gegenüber den eingesetzten IS abzubauen. Zusätzlich können die „Power User“ teilweise auch eine Art Ist-Level-Support übernehmen, da sie meist über gute Erfahrungen mit den verwendeten IT-Systemen verfügen und auch an der Weiterentwicklung mitwirkten [51]. Sollte ein Problem nicht lösbar sein, können die „Power User“ als Verbindungsstelle wirken, indem sie ihre Erfahrungen und ihr Wissen als Moderatoren zwischen der IT und anderen Fachabteilungen einbringen. Auf diese Weise können die „Power User“ helfen, eine effektivere IS-Nutzung speziell in denjenigen Abteilungen zu erreichen, die der IT gegenüber eher skeptisch eingestellt sind und eine größere Distanz zum IT-Bereich haben. Grundsätzlich lässt sich also sagen, dass eine hohe fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität bedeutsam für die Realisierung hoher Geschäftsprozessleistung und eines IT-Wertbeitrags auf der operativen Ebene ist. Für unser Forschungsmodell können wir daher folgende Hypothesen hin-

sichtlich der Bedeutung der Beziehungsqualität zwischen verschiedenen, in gemeinsame Geschäftsprozesse involvierte Fachabteilungen ableiten:

*H3: Fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität wirkt sich direkt positiv auf Geschäftsprozessleistung aus.*

*H4: Fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität wirkt sich positiv auf die IS-Nutzung (und darüber auf Geschäftsprozessleistung) aus.*

*H5: Die Bedeutung von operativem IT-Business-Alignment für IS-Nutzung und Geschäftsprozessleistung wird durch fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität positiv mediert.*

Gemeinsam betrachtet ergeben die formulierten Hypothesen folgendes Forschungsmodell:

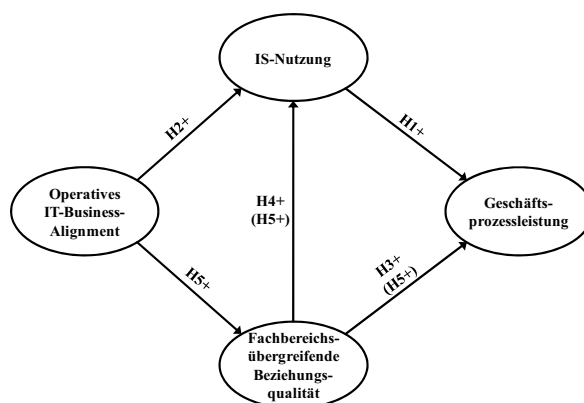


Abbildung 1: Forschungsmodell

### 3. METHODIK

#### 3.1 Analyseeinheit und Vorgehensweise

Um unser Forschungsmodell zu evaluieren wurde eine fragebogenbasierte Erhebung im Firmenkundengeschäft US-amerikanischer Banken durchgeführt. Schwerpunkt der Studie war die Untersuchung der Rolle der IT im Kreditvergabeprozess für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), im Folgenden KMU-Kreditprozess genannt. Innerhalb dieses Prozesses haben wir primär die in diesem Prozess zusammenarbeitenden Bankfachbereiche (Vertrieb/Frontoffice sowie Marktfolge/Backoffice), die Nutzung der IS und die Art und Weise der Unterstützung durch die IT-Einheit untersucht.

Die Daten wurden 2007 per Fragebogen erhoben. Um Adressaten der Fragebögen zu erhalten, die valide Antworten bzgl. des Untersuchungsgegenstandes geben können, haben wir den in der Literatur gängigen und akzeptierten Key-Informant-Approach verfolgt [62]. Das bedeutet, dass diejenige Person befragt wird, welche die Analyseeinheit (in unserem Fall der KMU-Kreditprozess) und die Beteiligten am besten kennt und idealerweise in verantwortlicher Position arbeitet. Für diese Studie ist das der Kreditprozessverantwortliche, der angesichts der überschaubaren Größe der Mehrheit der untersuchten Banken diejenige Person ist, die aufgrund ihrer Rolle die relevanten Modellkonstrukte (auch aus operativer Sicht) am besten beurteilen kann. Parallel durchgeführ-

te Fallstudien bestätigen diese Feststellung. Daher wurden Fragebögen an die KMU-Kreditprozessverantwortlichen der 1.500 größten US-Banken (gemessen nach Total Assets 2006) versendet.

Um sicherzustellen, dass auch die richtige Person den Fragebogen erhält, wurde jede Bank im Vorfeld telefonisch kontaktiert, der Kreditprozessverantwortliche identifiziert, der Zweck der Befragung mitgeteilt und das Interesse zur Teilnahme erfragt. 1.213 Kreditprozessverantwortliche stimmten einer Teilnahme zu und erhielten den Fragebogen auf dem von ihnen favorisierten Weg (E-Mail, Postversand, Fax). Vier Wochen später wurde ein Erinnerungsschreiben per Post an diejenigen Kreditprozessverantwortlichen versendet, die noch nicht geantwortet hatten. War auch weitere vier Wochen später noch keine Antwort eingegangen, wurde erneut angerufen, um sicherzustellen, dass alle Unterlagen bei der Bank eingegangen sind und um die Gründe für die ausbleibende Antwort zu erfragen. Häufig konnte dann doch noch die Rücksendung motiviert werden. In Summe wurden 149 größtenteils vollständig ausgefüllte und analysierbare Fragebögen zurückgesendet, was auf Basis der initialen Zusagen einer Rücklaufquote von 12,3% entspricht. Die Antworten wurden anschließend in einer Datenbank erfasst und von einer zweiten Person validiert. Um die Daten zu analysieren und das Modell zu testen, haben wir Partial Least Squares mit dem Software-Paket smartPLS [56] eingesetzt. Alle Datensätze, die fehlende Werte bei mindestens einem der im Modell verwendeten Indikatoren aufwiesen, wurden von der Analyse ausgeschlossen, so dass wir für diese Arbeit mit 90 Datensätzen arbeiten konnten.

### 3.2 Messung

Im Folgenden wird beschrieben, wie die verschiedenen Konstrukte unseres Modells für die Fragebogenerhebung operationalisiert wurden. Dabei wurde soweit möglich auf in der Literatur bewährte Messmodelle zurückgegriffen. Tabelle 3 im Anhang gibt einen Überblick über die im Fragebogen verwendeten Indikatoren und die jeweiligen Referenzen.

*Operatives IT-Business-Alignment (ITBA):* Wie im vorigen Kapitel diskutiert, handelt es sich bei Alignment um ein komplexes Konstrukt – selbst wenn man nur auf die operative Ebene fokussiert. Weiter oben haben wir die multidimensionale Konzeptualisierung dieses Konstrukts [67] beschrieben, das aus den Dimensionen gemeinsames Wissen, vertrauenswürdige Beziehungen und Kommunikationsstrukturen besteht. Da diese Arbeit in einem vergleichbaren empirischen Kontext stattfindet, wurde die Operationalisierung aus diesen Arbeiten grundsätzlich übernommen. Allerdings haben wir darauf verzichtet, alle drei Dimensionen als separate Konstrukte einzuführen, die zu einem Alignment-Konstrukt 2. Ordnung aggregiert werden. Der Grund dafür ist, dass verschiedene Literaturquellen (siehe oben) darauf hindeuten, dass die drei Dimensionen stark miteinander verwoben sind und es nicht unser Ziel war, das Zusammenspiel einzelner Dimensionen zu untersuchen. Daher haben wir die Indikatoren aller drei Dimensionen zu einem einheitlichen Konstrukt kombiniert. Da wir annehmen können, dass hohe positive Korrelationen zwischen den Indikatoren aller Dimensionen bestehen, wurde operatives Alignment als reflektives Konstrukt modelliert.

*Fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität (FBQ):* Fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität, wie wir sie in dieser Arbeit verwenden und messen, fokussiert auf die Beziehungsqua-

lität der verschiedenen, im KMU-Kreditprozess zusammenarbeitenden Fachbereiche. Der Vertrieb bildet die Kontaktstelle zum Kunden, sammelt alle für einen Kreditantrag notwendigen Daten ein und übergibt diese Daten, entweder papierbasiert oder per Eingabe in ein Kreditsystem, an die Marktfolge. Daher betrifft unser FBQ-Konstrukt auf operativer Ebene die Schnittstelle zwischen Vertrieb und Marktfolge einer Bank.

*IS-Nutzung (ISN):* Nach Massetti and Zmud [41] kann der Umfang der informationstechnischen Durchdringung in vier Dimensionen gemessen werden: (1) Volumen, (2) Diversität, (3) Breite und (4) Tiefe. Es gibt vielfältige Konzeptualisierungen von IS-Nutzung, wobei diese aber an den konkreten Kontext der jeweiligen Anwendungsdomäne der Studie angepasst werden müssen [20]. Wir übernehmen ausschließlich die Dimension der „Tiefe“ und definieren IS-Nutzung als den Umfang der Durchdringung, in dem das Kreditsystem im KMU-Kreditprozess eingesetzt wird. Die übrigen Dimensionen der Konzeptualisierung von Massetti und Zmud sind im Kontext des KMU-Kreditprozesses nicht relevant, da das betrachtete IS in den Banken standardmäßig alle KMU-Kredite bearbeitet, es sich nur um einen Kredittyp handelt (nämlich Investitionsdarlehen an KMU) und alle für die Kreditbearbeitung relevanten Facheinheiten durch das IS gekoppelt sind. Genau diese Eigenschaften sind mit den Dimensionen Volumen, Diversität und Breite verbunden, die daher keine substantiellen Unterschiede zwischen Banken aufweisen können.

Die Kreditprozessverantwortlichen wurden also bezogen auf die Dimension Tiefe darum gebeten, anzugeben, wie intensiv die Mitarbeiter in den einzelnen Prozessschritten des KMU-Kreditprozesses das IS einsetzen, um ihre Arbeit zu bewältigen. Hierfür wurde der Geschäftsprozess auf Basis von [68] in die Schritte Vertrieb, Bewertung+Entscheidung, Processing, Risikoüberwachung und Intensivbetreuung/Mahnwesen gegliedert. Es handelt sich also um ein formatives Messmodell. Durch gleichartige Antworten für die verschiedenen Prozessteile ergaben sich jedoch Multikollinearitätseffekte, weswegen die formativen Indikatoren nicht direkt im PLS-Modell verwendet wurden, sondern zu einem einzigen Score aggregiert wurden (gewichtete Summe basierend auf per Faktoranalyse ermittelten Gewichten).

*Geschäftsprozessleistung (GPL):* Diese stellt die letztendliche geschäftsrelevante Erfolgsgröße des Modells dar. Analog zu [15, 19, 25] wurde erfragt, inwiefern die Gestaltung des Geschäftsprozesses dabei hilft, operative Effizienz zu erzielen (siehe Anhang).

Mit Ausnahme von IS-Nutzung wurden alle Konstrukte durch reflektive Messmodelle aus 3 bis 6 Indikatoren operationalisiert.

## 4. ERGEBNISSE

### 4.1 Reliabilität und Validität des Messmodells

Vor der eigentlichen Überprüfung der Hypothesen muss die Qualität der Daten und die Validität des Messmodells überprüft werden. Um zu prüfen, ob ein *Non-Response Bias* vorliegt, wurden die Antworten derjenigen Teilnehmer, die früh geantwortet haben ( $N = 59$ ), mit denen verglichen, die erst nach zwei Erinnerungen geantwortet haben ( $N = 31$ ) [2]. Diese Methode basiert auf der Annahme, dass die Teilnehmer, die spät geantwortet haben, Gemeinsamkeiten mit denjenigen Unternehmen teilen, die gar nicht geantwortet haben [31]. Der Gruppenvergleich (Mann-Whitney-Test) ergab keine signifikanten Unterschiede bei irgendeinem der verwendeten Indikatoren.

*Common Method Bias* (CMB) beschreibt das Problem, dass die Varianz in den Daten substanziell vom verwendeten Erhebungsinstrument abhängt und nicht alleine von den Konstrukten, die durch die Messmodelle empirisch repräsentiert werden [46]. CMB kann vor allem dann auftreten, wenn die Daten für exogene und endogene Variablen des Forschungsmodells von derselben Quelle (z. B. einem einzigen Befragten) stammen [46]. Um Indizien dafür zu gewinnen, inwieweit CMB ein Problem in unseren Daten darstellt, wurde in einem ersten Schritt der Harman-Ein-Faktor-Test durchgeführt [47], der jedoch keine einzelne Komponente identifizierte, die die Mehrheit der Varianz erklärt. In einem zweiten Schritt sind wir dem Vorschlag von Liang et al. [37] gefolgt, die alle Indikatoren des Modells in Single-Item-Konstrukte transformieren und zusätzlich einen neuen Methodenfaktor als Konstrukt in das Modell aufnehmen, dessen Messmodell aus allen Indikatoren sowie vom Methodenfaktor zu allen Single-Item-Konstrukten gezogen und das Verhältnis der Pfadkoeffizienten verglichen. Dieser Vergleich zeigt in unserem Modell, dass die durchschnittlich durch die Modellkonstrukte erklärte Varianz (DEV) 0,806 beträgt, während der Methodenfaktor nur 0,014 erklärt, was einem Verhältnis von 1:48 entspricht (Liang et al. [37] argumentieren bei einem Verhältnis von 1:42, dass kein substanzielles CMB-Problem vorliegen kann).

Weiterhin müssen die reflektiven Messmodelle hinsichtlich Indikatorreliabilität und Konstruktvalidität beurteilt werden. *Indikatorreliabilität* beurteilt die Beziehung zwischen einem Indikator und seinem zugeordneten Konstrukt. Die Ladungen aller unserer Indikatoren [44] sind größer als der geforderte Schwellenwert von 0,707 und signifikant auf einem Niveau von 0,01 (vgl. Tabelle 3 im Anhang) (Bootstrapping mit 2.000 Läufen).

Die *Konstruktvalidität* betrachtet das Ausmaß, zu welchem die Messmodelle die Konstrukte widerspiegeln. Dabei wird zur Beurteilung der Konstruktvalidität zwischen Konvergenz- und Diskriminanzvalidität unterschieden [61]. *Konvergenzvalidität* meint die interne Konsistenz bei Verwendung mehrerer Indikatoren für ein einziges Konstrukt [30] und wird anhand der Faktorreliabilitäten (Composite Reliability (C.R.)) und der durchschnittlich extrahierten Varianz (DEV) beurteilt. Alle verwendeten Konstrukte unseres Modells erfüllen die geforderten Grenzwerte (DEV > 0,5 [17]; C.R. > 0,7 [44]) (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1: Konstruktvalidität**

Konstrukt	C.R.	DEV
FBQ	0,876	0,701
ITBA	0,936	0,711
ISN	1,000	1,000
GPL	0,823	0,538

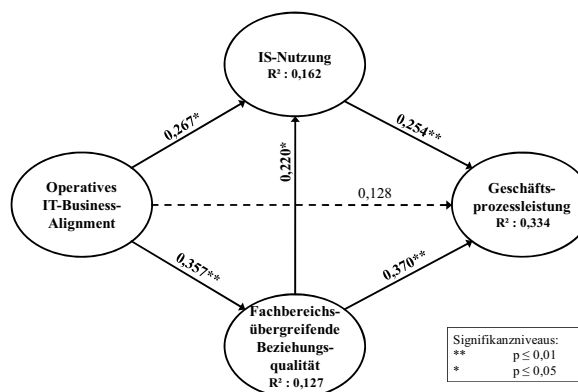
Zur Sicherstellung der *Diskriminanzvalidität* wurde zuerst überprüft, dass die Korrelationen zwischen den Konstrukten kleiner sind als die Quadratwurzel der DEV (vgl. Tabelle 2). Zusätzlich sind auch alle Kreuzladungen zwischen den Indikatoren und den ihnen nicht zugeordneten Konstrukten geringer als die Ladungen der Indikatoren zu den zugeordneten Konstrukten (aus Platzgründen nicht dargestellt) [24].

**Tabelle 2: Inter-Konstrukt Korrelationen und DEV<sup>0,5</sup> (Hauptdiagonale)**

	FBQ	ITBA	ISN	GPL
FBQ	0,837			
ITBA	0,357	0,843		
ISN	0,316	0,346	1,000	
GPL	0,496	0,348	0,415	0,733

## 4.2 Test des Strukturmodells

Die Ergebnisse des Strukturmodelltests sind in Abbildung 2 dargestellt. Um zu überprüfen, ob zwischen ITBA und GPL ein durch FBQ und ISN medierter Zusammenhang vorliegt, wurde zusätzlich ein direkter Pfad zwischen ITBA und GPL eingefügt.



**Abbildung 2: Ergebnisse des PLS-Tests**

Der Modelltest zeigt, dass sowohl IS-Nutzung als auch fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität positiv und hoch signifikant zur Geschäftsprozessleistung beitragen (H1 und H3 bestätigt). Zudem können H2 (ITBA → ISN) und H4 (ITBA → FBQ) klar angenommen werden.

Um H5 zu untersuchen (FBQ mediert die Wirkung von ITBA auf ISN und GPL), wurde zudem ein reduziertes Modell geschätzt, das nur aus den beiden Konstrukten ITBA und GPL besteht. Der oben dargestellte insignifikante direkte Pfad wird in diesem Fall stark signifikant und positiv ( $\beta = 0,377$  und  $p \leq 0,01$ ). Auch die z-Tests zum Nachweis von Mediation nach Sobel und Aroian [60] bestätigen einheitlich, dass der Effekt von IT-Business-Alignment auf Geschäftsprozessleistung sowohl durch IS-Nutzung (Sobel-z: 2,167 und Aroian-z: 2,113; Signifikanzniveau  $p \leq 0,05$ ) als auch durch fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität (Sobel-z: 2,548 und Aroian-z: 2,502; Signifikanzniveau  $p \leq 0,01$ ) mediert wird. Zusammenfassend kann also von einer vollständigen Mediation gesprochen werden und H5 angenommen werden.

## 5. KONKLUSION

Unser Beitrag argumentiert, dass eine relationale Perspektive auf IT-Business- und Business-interne Beziehungen hilfreich ist, um IT-Wertschöpfungsprozesse in Unternehmen besser zu verstehen. Wir konnten empirisch zeigen, dass sowohl IT-Business-Alignment auf der operativen Ebene als auch eine gute Business-interne Beziehung zwischen den Fachbereichen wichtige Treiber für eine effektive IT-Nutzung und hohe Prozessleistung sind:

- Soziales IT-Business-Alignment auf operativer Ebene ist für eine effektive IS-Nutzung bedeutsam. Dabei wurde Alignment durch Kommunikationsqualität, gemeinsames fachliches Verständnis und eine vertrauensvolle Beziehung konzeptualisiert.
- Die fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität stellt einen wichtigen Mediator für die Wirkung des operativen IT-Business-Alignments auf Geschäftsprozessleistung dar. So können bspw. „Power-User“ aus einer der IT-nahestehenden Fachabteilung den Nutzern anderer Fachabteilungen bei deren Problemen leichter und effektiver helfen und den Nutzen besser vermitteln. Durch diese Business-internen Beziehungen arbeiten bspw. der Vertrieb und die Marktfolge der untersuchten Banken enger zusammen, teilen Wissen und synchronisieren ihre Aktivitäten, was wiederum zu höherer Prozessleistung führt.
- Der Wissenstransfer zwischen den Fachabteilungen erklärt auch den positiven Effekt von Business-internen Beziehungen für die IS-Nutzung. Diejenigen Fachabteilungen, die enger mit der IT im Kontakt stehen (in unserem Kontext ist dies die Marktfolge), üben Motivation und ggf. auch Druck auf die anderen Fachabteilungen aus, um Intensität und Effektivität der Nutzung der gemeinsamen Systeme vorwärts zu treiben.

Letztendlich zeigen die Ergebnisse, dass komplexe Beziehungsstrukturen für einen nachhaltigen IT-Wertbeitrag verantwortlich sind und die angewendete relationale Perspektive auf operative Beziehungen einen wichtigen Erklärbeitrag für die IT-Wertbeitragsforschung darstellt.

Hieraus ergeben sich wichtige Erkenntnisse für die Unternehmenspraxis. Heute ist es insbesondere in großen Unternehmen üblich, so genannte Liaison-Funktionen in der IT-Einheit einzurichten, um die Schnittstelle zu den Fachbereichen besser zu bedienen. Diese Funktionen werden idealerweise mit Personal ausgestattet, das einen fachlichen Hintergrund hinsichtlich der zu betreuenden Fachbereiche hat und damit deren Anforderungen besser interpretieren und IT-Sachverhalte besser vermitteln kann. Unsere Studie zeigt, dass dies nicht ausreicht, um eine geeignete Nutzung der IT-Systeme zu erreichen, sondern dass es je nach Konstellation weiterer Mediatoren an der Schnittstelle zwischen verschiedenen Fachbereichen bedarf. Es ist im Interesse des IT-Managements solche Mediatoren anzuregen – allerdings deutlich schwieriger zu implementieren als das klassische Liaison-Personal, da es vollständig in die Personalkompetenz der Fachbereiche fällt. An dieser Stelle kann die Empfehlung gegeben werden, dass über möglichst gute Beziehungen zu den Fachbereichen („gutes“ Alignment) bei den Fachbereichen dafür geworben wird, solche Stellen (ggf. durch IT ko-finanziert und fachlich unterstützt) einzurichten und so die Liaison-Funktion auszuweiten.

Bei der Interpretation unserer empirischen Ergebnisse gelten einige Einschränkungen. Erstens betrachtet die Studie nur einen konkreten Geschäftsprozess in einer ausgewählten Branche. Dies führt zu akkurateren Konstruktmessungen, reduziert allerdings die Generalisierbarkeit der Erkenntnisse. Fallstudien und eine Umfrage unter deutschen Banken zeigen jedoch auch dort vergleichbare Ergebnisse. Die Ergebnisse können natürlich nur für solche Geschäftsprozesse gültig sein, in denen mehrere Facheinheiten auf Basis derselben IT an einem gemeinsamen Prozessoutput arbeiten. Für solche Prozesse ist allerdings das Kreditgeschäft von Banken ein sehr typischer Prozess mit hohem Formalitätsgrad und typischerweise klar spezifizierten Prozessübergabeschnittstellen.

In weniger formalisierten Prozessen ist zu erwarten, dass unsere Ergebnisse eine umso höhere Gültigkeit besitzen, da nicht-formalisierte Aspekte zwischenmenschlich ausgetauscht und abgestimmt werden müssen, sodass dem sozialen Alignment und der Beziehungsqualität eine umso größere Bedeutung zukommt.

Zweitens wurden die Daten nur zu einem Zeitpunkt und von einer einzigen Quelle (Kreditprozessverantwortliche) erhoben. Dies schränkt den empirischen Nachweis der Richtung der Kausalitäten ein. Allerdings unterliegt die große Mehrheit empirischer Studien dieser Einschränkung, sodass die Richtung der kausalen Zusammenhänge anhand der *theoretischen* Argumentation erschlossen wird. Auf diese Weise gewonnene Daten können auch einen gewissen Anteil von Common Method Bias und Key Informant Bias beinhalten, die zu Ergebnissen führen würden, die teilweise durch die Methode oder den Antwortenden verzerrt sind. Die statistischen Tests liefern keine Indizien für das Vorhandensein von Common Method Bias. Bezüglich des Key Informant Bias wurden von den Kreditprozessverantwortlichen Aussagen über beide an dem Prozess beteiligten Bankfachbereiche vorgenommen (Vertrieb/Frontoffice sowie Marktfolge/Backoffice) und nicht von Mitarbeitern aus den jeweiligen Bereichen. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass der Prozessverantwortliche einen sehr guten Einblick in diese im Bankenumfeld sehr bedeutende Aufteilung hat. Drittens hätte die Geschäftsprozessleistung durch die Einbeziehung von Kostenwerten, Marktanteilen oder ähnlichen Kennzahlen umfassender operationalisiert werden können, um objektivere Maße heranzuziehen. Diese Werte wurden in der Studie zwar erhoben, jedoch gibt es hier häufiger fehlende Angaben, sodass diese Indikatoren nicht für die Messmodelle herangezogen werden konnten. Korrelationsanalysen<sup>1</sup> zeigen allerdings, dass die verwendeten qualitativen Indikatoren diese objektiveren Daten widerspiegeln, sodass wir von einer hinreichenden inhaltlichen Validität unseres Messmodells für Geschäftsprozessleistung ausgehen können. Viertens beruhen unsere Ergebnisse auf einer eher kleinen Stichprobe. Unsere Daten erfüllen jedoch alle Anforderungen an die notwendige Stichprobengröße für PLS-Schätzungen. Auch eine höhere Anzahl an Rückläufern würde es uns allerdings nicht erlauben, die Erkenntnisse auf andere Geschäftsprozesse und Branchen zu generalisieren.

Es lässt sich abschließend zusammenfassen, dass diese Forschungsarbeit neben der Bestätigung der Bedeutung von operativem IT-Business-Alignment vor allem einen ersten Einblick in die Rolle und Bedeutung von *Beziehungen zwischen Fachbereichen* für effektive IS-Nutzung und damit den IT-Wertbeitrag liefert. Die Analyse zeigte, dass die soziale Dimension des IT-Business-Alignment auf der operativen Ebene positiv durch die Qualität von Beziehungen zwischen verschiedenen interagierenden Fachabteilungen mediiert wird und dass beide sowohl für die IS-Nutzung als auch die Geschäftsprozessperformance wichtig sind. Um einen IT-Wertbeitrag durch effektive IT-Nutzung in den Geschäftsprozessen zu erreichen, ist also aus Sicht des CIO nicht nur die Gestaltung der Business-IT-Schnittstelle wichtig, sondern

<sup>1</sup> Der Score der Prozessleistung aus der PLS-Schätzung korreliert mit der durchschnittlichen Durchlaufzeit des Prozesses in Tagen ( $r=-0,258$ ,  $p<0,01$ ), ebenso mit dem Anteil von Krediten im Gesamtportfolio, der mindestens eine gute Bonität aufweist ( $r=0,331$ ,  $p<0,01$ ) (Maß für die Qualität der Risikoprüfung und des Risikomanagements im Rahmen des KMU-Kreditprozesses) sowie mit der Zinsmarge ( $r=0,242$ ,  $p<0,05$ ).



auch derjenigen Schnittstellen zwischen den verschiedenen fachseitigen Abteilungen, die über einen gemeinsamen Geschäftsprozess in einem Leistungsverbund miteinander stehen (bspw. Markt und Marktfolge) und sich ihre jeweilige IS-Nutzung gegenseitig in ihrer Leistungsfähigkeit beeinflussen. Diese Beziehungen müssen viel stärker genutzt werden, um die unternehmensweite Nutzung und Effektivität der IT zu fördern. Unsere zukünftige Forschung wird sich folglich stärker normativ damit beschäftigen, wie solche effektiven Beziehungen durch eine Alignment-Governance gestaltet und realisiert werden können.

## 6. REFERENZEN

- [1] Alavi, M. und Leidner, D. E. 2001. Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*. 25, 1, 107-136.
- [2] Armstrong, J. S. und Overton, T. S. 1977. Estimating Nonresponse Bias in Mail Surveys. *Journal of Marketing Research (JMR)*. 14, 3, 396-402.
- [3] Avison, D., Jones, J., Powell, P., und Wilson, D. 2004. Using and Validating the Strategic Alignment Model. *Journal of Strategic Information Systems*. 13, 3, 223-246.
- [4] Bassellier, G. und Benbasat, I. 2004. Business Competence of Information Technology Professionals: Conceptual Development and Influence on IT-Business Partnerships. *MIS Quarterly*. 28, 4, 673-694.
- [5] Bassellier, G., Benbasat, I., und Reich, B. H. 2003. The Influence of Business Managers' IT Competence on Championing IT. *Information Sys. Research*. 14, 4, 317-336.
- [6] Beimborn, D., Franke, J., Gomber, P., Wagner, H.-T., und Weitzel, T. 2006. Die Bedeutung des Alignments von IT und Fachressourcen in Finanzprozessen: Eine empirische Untersuchung. *Wirtschaftsinformatik*. 48, 5, 331-339.
- [7] Bergeron, F., Raymond, L., und Rivard, S. 2004. Ideal patterns of strategic alignment and business performance. *Information & Management*. 41, 8, 1003-1020.
- [8] Bhatt, G. D. 2003. Managing information systems competence for competitive advantage: an empirical analysis. In *24th International Conference on Information Systems (ICIS)* (Seattle (WA)). 134-142.
- [9] Bhatt, G. D. und Grover, V. 2005. Types of Information Technology Capabilities and Their Role in Competitive Advantage. *Journal of MIS*. 22, 2, 253-277.
- [10] Boynton, A. C., Zmud, R. W., und Jacobs, G. C. 1994. The influence of IT management practice on IT use in large organizations. *MIS Quarterly*. 18, 3, 299-318.
- [11] Broadbent, M. und Weill, P. 1993. Improving business and information strategy alignment: learning from the banking industry. *IBM Systems Journal*. 32, 1, 223-246.
- [12] Brynjolfsson, E. und Hitt, L. 2003. Computing Productivity: Firm-Level Evidence. *The Review of Economics and Statistics*. 85, 4, 793-808.
- [13] Carmeli, A. und Tishler, A. 2004. The Relationships between Intangible Organizational Elements and Organizational Performance. *Strat Management Journal*. 25, 13, 1257-1278.
- [14] Chan, Y. E. 2002. Why haven't we mastered alignment? The importance of the informal organization structure. *MIS Quarterly Executive*. 1, 2, 97-112.
- [15] Chan, Y. E., Huff, A. S., Barclay, D. W., und Copeland, D. G. 1997. Business strategic orientation, information systems strategic orientation, and strategic alignment. *Information Systems Research*. 8, 2, 125-150.
- [16] Chan, Y. E. und Reich, B. H. 2007. IT Alignment: What Have We Learned? *Journal of IT*. 22, 4, 297-315.
- [17] Chin, W. W. 1998. The Partial Least Square Approach to Structural Equation Modeling. In *Modern Methods for Business Research*, G. A. Marcoulides (Hg.). Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, USA, 295-336.
- [18] Chung, S. H., Rainer, R. K., und Lewis, B. R. 2003. The impact of information technology infrastructure flexibility on strategic alignment and applications implementation. *Communications of the AIS*. 11, 191-206.
- [19] Cragg, P. B., King, M., und Hussin, H. 2002. IT Alignment and Firm Performance in Small Manufacturing Firms. *Journal of Strategic Information Systems*. 11, 2, 109-132.
- [20] DeLone, W. H. und McLean, E. R. 2003. The DeLone and McLean Model of Information System Success: A Ten-Year Update. *Journal of MIS*. 19, 4, 9-30.
- [21] Devaraj, S. und Kohli, R. 2003. Performance Impacts of Information Technology: Is Actual Usage the Missing Link? *Management Science*. 49, 3, 273-289.
- [22] Feurer, R., Chaharbaghi, K., Weber, M., und Wargin, J. 2000. Aligning Strategies, Processes, and IT: A Case Study. *Information Systems Management*. 17, 1, 23-34.
- [23] Galunic, D. C. und Rodan, S. 1998. Resource recombinations in the firm: knowledge structures and the potential for Schumpeterian innovation. *Strategic Management Journal*. 19, 12, 1193-1201.
- [24] Gefen, D., Straub, D. W., und Boudreau, M.-C. 2000. Structural Equation Modeling and Regression: Guidelines for Research Practice. *Communications of the AIS*. 4, 1-77.
- [25] Gopal, A., Bostrom, R. P., und Chin, W. W. 1993. Applying adaptive structuration theory to investigate the process of group support systems use. *Journal of Management Information Systems*. 9, 3, 45-69.
- [26] Gordon, J. R. und Gordon, S. R. 2000. Structuring the Interaction between IT and Business Units: Prototypes for Service Delivery. *Information Sys. Management*. 17, 1, 7-16.
- [27] Hansen, M. T. 1999. The search-transfer problem: the role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. *Administrative Science Quarterly*. 44, 1, 82-111.
- [28] Henderson, B. D. und Venkatraman, N. 1993. Strategic alignment: leveraging information technology for transforming organizations. *IBM Sys. Journal*. 32, 1, 4-16.
- [29] Holsapple, C. W. und Luo, W. 1996. A Framework for Studying Computer Support of Organizational Infrastructure. *Information & Management*. 31, 1, 13-24.
- [30] Hulland, J. 1999. Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: A review of four recent. *Strategic Management Journal*. 20, 2, 195.
- [31] Kearns, G., S. und Lederer, A. L. 2004. The Impact of Industry Contextual Factors on IT Focus and the Use of IT for Competitive Advantage. *Info. & Man.*. 41, 7, 889-919.
- [32] Kearns, G. S. und Sabherwal, R. 2006. Strategic Alignment Between Business and Information Technology: A Knowledge-Based View of Behaviors, Outcome, and Consequences. *Journal of MIS*. 23, 3, 129-162.
- [33] Kohli, R. und Devaraj, S. 2003. Measuring Information Technology Payoff: A Meta-Analysis of Structural Variables in Firm-Level Empirical Research. *Information Systems Research*. 14, 2, 127-145.

- [34] Kohli, R. und Grover, V. 2008. Business Value of IT: An Essay on Expanding Research Directions to Keep up with the Times. *Journal of the AIS*. 9, 1, 23-39.
- [35] Lederer, A. L. und Mendelow, A. L. 1989. Coordination of information systems plans with business plans. *Journal of Management Information Systems*. 6, 2, 5-19.
- [36] Lee, C. S. 2001. Modeling the business value of information technology. *Information & Management*. 39, 3, 191-210.
- [37] Liang, H., Saraf, N., Hu, Q., und Xue, Y. 2007. Assimilation of Enterprise Systems: The Effect of Institutional Pressures and the Mediating Role of Top Management. *MIS Quarterly*. 31, 1, 59-87.
- [38] Luftman, J. 2003. *Competing in the Information Age. Align the Stand*. Oxford University Press, Oxford (MA).
- [39] Luftman, J. und Ben-Zvi, T. 2010. Key Issues for IT Executives 2009: Difficult Economy's Impact on IT. *MIS Quarterly Executive*. 9, 1, 49-59.
- [40] Mahmood, M. A. und Mann, G. J. 1993. Measuring the Organizational Impact of Information Technology Investment: An Exploratory Study. *Journal of Management Information Systems*. 10, 1, 97-122.
- [41] Massetti, B. und Zmud, R. W. 1996. Measuring the Extent of EDI Usage in Complex Organizations: Strategies and Illustrative Examples. *MIS Quarterly*. 20, 3, 331-345.
- [42] Melville, N., Kraemer, K. L., und Gurbaxani, V. 2004. Review: Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value. *MIS Quarterly*. 28, 2, 283-322.
- [43] Nelson, K. M. und Coopridge, J. G. 1996. The contribution of shared knowledge to IS group performance. *MIS Quarterly*. 20, 4, 409-432.
- [44] Nunnally, J. C. 1978. *Psychometric theory*. McGraw Hill, New York (NY).
- [45] Peteraf, M. A. 1993. The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic Management Journal*. 14, 3, 179-191.
- [46] Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Jeong-Yeon, L., und Podsakoff, N. P. 2003. Common Method Biases in Behavioral Research: A Critical Review of the Literature and Recommended Remedies. *Journal of Applied Psychology*. 88, 5, 879.
- [47] Podsakoff, P. M. und Organ, D. W. 1986. Self-Reports in Organizational Research: Problems and Prospects. *Journal of Management*. 12, 4, 531.
- [48] Powell, T. C. und Dent-Micallef, A. 1997. Information Technology as Competitive Advantage: The Role of Human, Business, and Technology Resources. *Strategic Management Journal*. 18, 5, 375-405.
- [49] Preston, D. und Karahanna, E. 2004. Mechanism for the Development of Shared Mental Models Between the CIO and the Top Management Team. In *Proceedings of the 25th International Conference on Information Systems (ICIS)*
- [50] Preston, D. und Karahanna, E. 2009. Antecedents of IS Strategic Alignment: A Nomological Network. *Information Systems Research*. 20, 2, 159-179.
- [51] Ravichandran, T. und Lertwongsatien, C. 2005. Effect of Information Systems Resources and Capabilities on Firm Performance: A Resource-Based Perspective. *Journal of Management Information Systems*. 21, 4, 237-276.
- [52] Ray, G., Muhanna, W. A., und Barney, J. B. 2005. Information Technology and the Performance of the Customer Service Process: A Resource-Based Analysis. *MIS Quarterly*. 29, 4, 625-652.
- [53] Reich, B. H. und Benbasat, I. 1996. Measuring the Linkage Between Business and Information Technology Objectives. *MIS Quarterly*. 20, 1, 55-81.
- [54] Reich, B. H. und Benbasat, I. 2000. Factors that influence the social dimension of alignment between business and IT objectives. *MIS Quarterly*. 24, 1, 81-113.
- [55] Reich, B. H. und Benbasat, I. 2003. Measuring the Information Systems - Business Strategy Relationship. In *Strategic Information Management: Challenges and Strategies in Managing Information Systems*, D. E. Leidner und R. D. Galliers (Hg.). Butterworth-Heinemann, Oxford, 265-310.
- [56] Ringle, C. M., Wende, S., und Will, A. 2005. *SmartPLS 2.0 (M3) Beta*. <http://www.smartpls.de>.
- [57] Ross, J. W., Beath, C. M., und Goodhue, D. L. 1996. Develop long-term competitiveness through IT assets. *Sloan Management Review*. 38, 1, 31-42.
- [58] Sambamurthy, V. und Zmud, R. W. 1997. At the Heart of Success: Organizationwide Management Competencies. In *Steps to the Future: Fresh Thinking on the Management of IT-based Organizational Transformation*, C. Sauer und P. Yetton (Hg.). Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 143-163.
- [59] Segars, A. H. und Grover, V. 1998. Strategic Information Systems Planning Success: An Investigation of the Construct and its Measurement. *MIS Quarterly*. 22, 2, 139-163.
- [60] Shrout, P. und Bolger, N. 2002. Mediation in Experimental and Nonexperimental Studies: New Procedures and Recommendations. *Psychological Methods*. 7, 4, 422-445.
- [61] Straub, D. W. 1989. Validating Instruments in MIS Research. *MIS Quarterly*. 13, 2, 147-169.
- [62] Tallon, P. P., Kraemer, K. L., und Gurbaxani, V. 2000. Executives' Perceptions of the Business Value of Information Technology: A Process-Oriented Approach. *Journal of Management Information Systems*. 16, 4, 145-173.
- [63] Teo, T. S. H. und Ang, J. S. K. 1999. Critical success factors in the alignment of IS plans with business plans. *International Journal of Info. Management*. 19, 2, 173-185.
- [64] Teo, T. S. H. und King, W. R. 1997. Integration between Business Planning and Information Systems Planning: An Evolutionary-Contingency Perspective. *Journal of Management Information Systems*. 14, 1, 185-214.
- [65] Tiwana, A., Bharadwaj, A., und Sambamurthy, V. 2003. The antecedents of information systems development capability in firms: a knowledge integration perspective. In *24th International Conference on Info. Systems, Seattle*, 246-258.
- [66] Wagner, H.-T. 2006. The Role of Alignment and IS Usage for Business Process Performance: An Empirical Survey among German Banks. In *10th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)* (Kuala Lumpur, Malaysia).
- [67] Wagner, H.-T. 2007. *A resource-based perspective on IT business alignment and firm performance - Theoretical foundation and empirical evidence*. ibidem, Stuttgart.
- [68] Wahrenburg, M., König, W., Beimbom, D., Franke, J., Gellrich, T., Holzhäuser, M., Schwarze, F., Weitzel, T. 2005. *Kreditprozess-Management*. Books on Demand, Norderstedt.
- [69] Zahra, S. A. und George, G. 2002. The Net-Enabled Business Innovation Cycle and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Information Systems Research*. 13, 2, 147-150.

## Anhang

**Tabelle 3: Indikatoren zur Konstruktmessung**

ID	Indikator	Verwendete Skala	Ladung	Quelle(n)
Fachbereichsübergreifende Beziehungsqualität (FBQ)				
FBQ1	Vertrieb und Marktfolge arbeiten sehr eng zusammen.	5er (Stimme voll zu ... Stimme überhaupt nicht zu)	0,833	[38, 48, 53]
FBQ2	Die Mitarbeiter der Marktfolge sind mit der Arbeit des Vertriebs sehr zufrieden.		0,863	[38]
FBQ3	Die Mitarbeiter kennen die Abläufe des jeweils anderen Bereiches sehr genau.		0,816	[11, 53]
Operatives IT-Business-Alignment (ITBA)				
ITBA1	Es existiert viel gegenseitiges Vertrauen und Respekt zwischen IT-Einheit und Fachabteilung.	5er (Stimme voll zu ... Stimme überhaupt nicht zu)	0,795	[8, 38, 63]
ITBA2	Die IT-Einheit und die Fachabteilung beraten sich häufig gegenseitig.		0,878	[8, 11, 13]
ITBA3	Es existieren regelmäßige Meetings zwischen IT-Einheit und Fachabteilung, um einen effektiven und effizienten Change-Prozess sicherzustellen.		0,858	[11, 18, 53]
ITBA4	Es findet eine intensive Kommunikation zwischen IT-Einheit und den Fachabteilungen statt.		0,910	[10, 11, 18]
ITBA5	Die Fachabteilungen werden aktiv in die IT-Planung einbezogen.		0,866	[11, 18, 53]
ITBA6	Die Mitarbeiter der IT-Einheit sind der Lage, bankfachliche Probleme zu interpretieren und Lösungen zu entwickeln.		0,738	[8, 59, 63]
IS-Nutzung (ISN) (Die 5 Indikatoren wurden per Faktoranalyse aggregiert.)				
ISN1	Wie intensiv wird IT im Prozessschritt Vertrieb genutzt?	7er (Nur IT ... Keine IT)	1,000	[21, 41]
ISN2	Wie intensiv wird IT im Prozessschritt Bewertung/Entscheidung genutzt?			
ISN3	Wie intensiv wird IT im Prozessschritt Kreditbearbeitung genutzt?			
ISN4	Wie intensiv wird IT im Prozessschritt Risikoüberwachung genutzt?			
ISN5	Wie intensiv wird IT im Prozessschritt Workout/Mahnwesen genutzt?			
Geschäftsprozessleistung (GPL)				
GPL1	Insgesamt bin ich mit der aktuellen Gestaltung des Gesamtprozesses ...	7er (Extrem zufrieden ... Extrem unzufrieden)	0,716	[15, 19, 25]
GPL2	Die operative Effizienz unseres KMU-Kreditprozesses ist hoch.	5er (Stimme voll zu ... Stimme überhaupt nicht zu)	0,768	
GPL3	Im Vergleich zu unseren Wettbewerbern ist die operative Effizienz unseres KMU-Kreditprozesses höher.	5er (Stimme voll zu ... Stimme überhaupt nicht zu)	0,719	
GPL4	Im Vergleich zu unseren Wettbewerbern ist die Gestaltung unseres KMU-Kreditprozesses ...	5er (viel besser ... viel schlechter)	0,728	

# Wann sind IT-Security-Audits nützlich?

Rainer Böhme

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Institut für Wirtschaftsinformatik / ERCIS  
Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, Deutschland  
rainer.boehme@wi.uni-muenster.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Informationstechnologie vereinfacht die Vernetzung von Wirtschaftseinheiten und erhöht so die Abhängigkeit einzelner Wirtschaftssubjekte von anderen. Dies führt nicht nur zu neuen Risiken, sondern auch zu neuen Anreizstrukturen beim Risikomanagement. In Literatur und Praxis werden IT-Security-Audits oft abstrakt als Mittel gegen Trittbrettfahrer genannt, die Maßnahmen zur Risikoreduzierung bewusst unterlassen. Security-Audits sind jedoch aufwändig und müssen exakt das richtige Signal liefern, um positiven Nutzen zu generieren: Die im Einzelfall erforderliche Gründlichkeit eines Security-Audits hängt von Parametern des zu untersuchenden Wirtschaftssubjekts und dessen Umfeld ab. Dieser Beitrag formalisiert Security-Audits im Rahmen der Theorie von IT-Sicherheitsinvestitionen und leitet aus einem spieltheoretischen Modell mit interdependenten Risiken Empfehlungen für Management und Regulierer ab.

## Schlüsselwörter

IT-Security-Audits, Zertifizierung, Interdependenz, Ökonomie der Informationssicherheit, Risikomanagement, Informationsmanagement, Spieltheorie

## 1. EINLEITUNG

Die Vernetzung von Wirtschaft und Gesellschaft verspricht Wohlfahrtsgewinne durch Steigerung der Produktivität. Dies ist jedoch auch mit „neuen“ Risiken verbunden. Diese Risiken unterscheiden sich von herkömmlichen Risiken vor allem durch einen hohen Grad an *Interdependenz*.

### 1.1 Interdependente Risiken

Interdependenz bedeutet, dass der Erfolg von Maßnahmen zur Risikoreduzierung nicht allein von Handlungen der potenziell betroffenen Partei abhängt, sondern auch – und insbesondere bei IT-Risiken – von Handlungen anderer. Es handelt sich also um eine klassische *Externalität* im ökonomischen Sinn [17].

Beispiele für interdependente Risiken findet man auf allen Abstraktionsebenen. In der Softwareentwicklung ist es bspw.

üblich, wiederverwendbare Komponenten neu zu kombinieren. Da die Sicherheit einer Anwendung bereits durch eine einzige Sicherheitslücke gefährdet werden kann, ist der Anwendungsentwickler bei der Reduzierung dieses Risikos auf die Mitwirkung der Entwickler von Komponenten, Bibliotheken und Entwicklungswerkzeugen sowie deren transitiver Hülle (d. h. Bibliotheken der Komponenten, Entwicklungswerkzeuge der Bibliotheken etc.) angewiesen. Zahlreiche Beispiele lassen sich auch zwischen Partnerunternehmen konstruieren. In Lieferketten, beim Outsourcing oder bei der Nutzung von Service-Providern für die Datenverarbeitung hängt die Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und in einigen Fällen auch die Integrität der mit einem Geschäftsprozess verbundenen Daten von den Sicherheitsstandards aller Partner ab. Dies betrifft auch die Öffnung vormals verschlossener Informationsressourcen für mehr oder weniger geschlossenen Benutzergruppen, wie dies z. B. beim Einsatz von Social Networking Services geschieht. Die Vertraulichkeit geschäftlicher oder privater Information hängt von der Vertrauenswürdigkeit aller Mitglieder der Benutzergruppe und des Betreibers des Services ab. Auch die Sicherheit im Internet allgemein ist hochgradig interdependent. Die Mehrzahl bedrohlicher Angriffe wird heutzutage über Botnetze ausgeführt. Diese können nur deshalb bestehen und wachsen, weil andere, nämlich die Besitzer und Administratoren der kompromittierten Rechner, keine ausreichenden Sicherheitsvorkehrungen treffen.

Die Mechanik hinter allen diesen Beispielen lässt sich gut mit Hilfsmitteln der Spieltheorie beschreiben. Die Entscheidung zur Investition in Sicherheit führt dann je nach Wahl der Parameter entweder zu einem Koordinationsspiel oder einem Gefangenendilemma [17]: Alle Parteien würde von höherer Sicherheit profitieren, allerdings hat niemand einen Anreiz, unilateral sein Sicherheitsniveau zu verbessern.

Diese spezielle Problematik interdependenter Risiken wird in wissenschaftlichen Quellen, die die Potenziale von Vernetzung und Öffnung von Informationsressourcen betonen, entweder ignoriert, oder marginalisiert (d. h. als offenes, aber technisch lösbares Problem genannt), oder es wird abstrakt auf die Möglichkeit von Audits und Zertifizierung hingewiesen (z. B. [18]). Diese organisatorischen Maßnahmen würden sicherstellen, dass „höchste Sicherheitsstandards“ eingehalten werden. Solche Behauptungen geben Anlass, den Nutzen von IT-Security-Audits unter Berücksichtigung der Interdependenz zu analysieren, um Empfehlungen für Management und Regulierer abzuleiten.

## 1.2 IT-Security-Audits

Die Sicherheit eines Produktes, Systems, Services oder einer Organisation ist nur im Ausnahmefall direkt messbar. Dies liegt einerseits an der Schwierigkeit, alle Schutzziele exakt zu spezifizieren (Bug versus Feature) und andererseits an der Tatsache, dass Gefahren weder deterministisch eintreten noch in Echtzeit beobachtbar sind. Die Schlussfolgerung, ein System sei sicher, weil in der Vergangenheit kein Schaden beobachtet wurde, ist also unzulässig. Vielmehr könnte auch zufällig kein Angriff stattgefunden haben oder die Folgen eines erfolgreichen Angriffs sich erst später bemerkbar machen. Es ist offensichtlich, dass sich die Schwierigkeiten bei der Messung der Sicherheit *eigener* Systeme verschärfen, wenn es im Zusammenhang mit Interdependenz darum geht, Aussagen über die Sicherheit *fremder* Systeme zu machen. Sicherheit ist damit fast immer ein Vertrauensgut [3].

Es besteht jedoch die Möglichkeit, ein Objekt eingehend auf sicherheitsrelevante Merkmale zu überprüfen und so dessen tatsächliche Sicherheitseigenschaften abzuschätzen. Dies ist aber mit erheblichem Aufwand verbunden, denn die Prüfungen sind nicht vollständig automatisierbar und setzen spezielle Kenntnis und Erfahrung des Prüfers voraus. Außerdem steigt der Aufwand oft überproportional mit der Komplexität des Untersuchungsgegenstands, weil immer mehr Abhängigkeiten berücksichtigt werden müssen. Für einen Überblick über Arten von Sicherheitsprüfungen sei z. B. auf [25] sowie die darin referenzierten Vorgehensmodelle hingewiesen. Durch teilstandardisierte Prüfungen lässt sich zumindest *Unsicherheit* gegen bekannte spezifische Gefahren relativ zuverlässig erkennen und oft anschließend auch beheben.

Unser Begriff des *Security-Audits* geht über die reine Sicherheitsprüfung hinaus und beinhaltet auch die Zertifizierung durch einen Prüfer, dem Dritte vertrauen. Damit ist das Ergebnis der Prüfung zweifelsfrei belegbar und kann anderen Marktteilnehmern als glaubhaftes Signal kommuniziert werden. *Sicherheitsbewertungen zu ausschließlich internen Zwecken sind nicht Gegenstand des vorliegenden Beitrags*, weil sie nicht zur Lösung der Problematik interdependenter Risiken beitragen können.

In der Praxis sind IT-Security-Audits mit anschließender Zertifizierung allgegenwärtig und verursachen nicht unerhebliche Kosten. Als Beispiele seien hier die Common Criteria bzw. deren Vorgänger Orange Book (USA) und ITSEC (Europa) für die Beschaffung der öffentlichen Hand, sowie maßgebliche Industriestandards wie PCI DSS für Zahlungssysteme oder ISO 17799 bzw. ISO 27001 (BSI Grundschutz) genannt. Weiterhin existiert offenbar ein Markt für eine Vielzahl spezialisierter Gütesiegel, die durch Gesellschaften mit oder ohne Profitabsicht verliehen werden (z. B. VeriSign, TrustE oder das europäische Datenschutzsiegel EuroPriSe).

## 1.3 Ökonomischer Nutzen von Security-Audits

Aus ökonomischer Sicht gibt es zwei Kanäle, über die Security-Audits positiven Nutzen stiften können:

1. **Überwinden von Informationsasymmetrien** Aus der Definition von Sicherheit als Vertrauensgut ergibt sich ein Lemon-Market-Problem [1]: Der Nachfrageseite liegen keine Informationen über die Qualität (im ein-

fachsten Fall: sicher oder unsicher) angebotener Güter vor, deshalb fällt der Preis auf die Zahlungsbereitschaft für die schlechte Qualität. Für sichere Güter existiert kein Markt. Security-Audits signalisieren Qualität und beheben das Marktversagen.

2. **Lösung des Koordinierungsproblems** Die spieltheoretischen Modelle zur Wirkung von Interdependenz können um zusätzliche Strategien erweitert werden, wenn Security-Audits als glaubhafte Signale zur Verfügung stehen. Die Parteien entscheiden damit nicht nur über die Höhe der Sicherheitsinvestition, sondern auch über die Aussendung eines Signals, das ein erreichtes Sicherheitsniveau attestiert. Dies kann im Idealfall neue wohlfahrtsmaximierende Gleichgewichte generieren oder bestehende stabilisieren.

Beide Wirkungszusammenhänge sind zweifellos relevant, allerdings steht nur der zweite in einem direkten Zusammenhang mit Vernetzung und Interdependenz. Deshalb wird im Folgenden ausschließlich die Lösung von Koordinierungsproblemen betrachtet. Bezüglich Informationsasymmetrien seien interessierte Leser auf die Literatur [3, 21, 2] verwiesen.

Es ist anzumerken, dass Security-Audits in der Praxis auch – wenn nicht sogar primär – aufgrund gesetzlicher oder vertraglicher Verpflichtungen durchgeführt werden. Oder sie dienen als eine Art „moralische Versicherung“: Es könnte Entschädigen im Ernstfall besser gelingen, Verantwortung von sich zu schieben, wenn positive Ergebnisse regelmäßiger Security-Audits vorliegen (egal wie aussagekräftig diese waren [23]). Beide Motive können individuell Nutzen stiften. Jedoch ist es gerade Ziel unserer Analyse, die ökonomische Rechtfertigung von gesetzlichen und vertraglichen Regelungen sowie deren Durchsetzung *aufgrund* der oben genannten Wirkungszusammenhänge zu überprüfen.

## 1.4 Forschungsfrage und Relevanz

Wir sind nun in der Lage, die Forschungsfrage zu formulieren:

*Unter welchen Bedingungen generieren die in Abschnitt 1.2 definierten Security-Audits positiven Nutzen durch Lösung der in Abschnitt 1.3 beschriebenen Koordinierungsprobleme, welche andernfalls eine Reduzierung von interdependenten Risiken verhindern würden?*

Die Antwort darauf ist relevant für Manager, die entscheiden müssen, ob sich die Durchführung eines Security-Audits lohnt<sup>1</sup>, gegeben a) eine unternehmensspezifische *Security-Produktivität* (siehe Abs. 2.2), b) eine zu erwartende Gründlichkeit der Sicherheitsprüfung und c) einem durch das Unternehmensumfeld bestimmte Stärke der Interdependenz. Unser Modell kann außerdem als Entscheidungsunterstützung herangezogen werden wann immer eine Änderung dieser drei Bedingungen (a–c) eintritt bzw. geplant ist. Letzteres betrifft vor allem die Entscheidung, den Grad der Vernetzung und damit die Interdependenz zu verändern.

<sup>1</sup>Da die Kosten von Security-Audits nicht explizit modelliert werden, ist der Begriff „lohnen“ nicht im Sinne der Investitionsrechnung zu verstehen, sondern als Frage nach strikt positivem Nutzen.

Da die Lösung von Koordinationsproblemen nicht nur individuellen Nutzen erhöht, sondern auch soziale Wohlfahrtsgewinne verspricht, sind Modell und Lösung gleichermaßen für Regulierer relevant. Vorschriften können bspw. so gestaltet werden, dass Security-Audits nur dann erforderlich sind, wenn es ökonomisch sinnvoll ist. Außerdem können Anforderungen an Security-Audits so formuliert werden, dass diese für die jeweilige Situation wohlfahrtsmaximierend wirken.

Schließlich kann alles, was für Regulierer gilt, auch auf Marktsituationen übertragen werden, in denen ein Marktteilnehmer die Standards für einen Wirtschaftszweig definiert. Dies kann z. B. ein Industrieverband sein oder ein Großkonzern, der seine Zulieferer organisiert.

## 1.5 Weitere Gliederung

Zur Beantwortung der Forschungsfrage lässt es sich nicht vermeiden, strategische Sicherheitsinvestitionen von Unternehmen mit Interdependenz zu ihrem Umfeld zu modellieren. Der nächste Abschnitt stellt unser Modell vor, welches so einfach wie möglich gehalten wurde, ohne jedoch für die Interpretation nötige Bestandteile zu vernachlässigen. Außerdem wird das Modell gelöst und Gleichgewichte identifiziert. In Abschnitt 3 werden diese Gleichgewichte dann bezüglich des Nutzens von IT-Security-Audits analysiert und Schlussfolgerungen gezogen. Abschnitt 4 setzt unsere Ergebnisse inhaltlich und methodisch in Beziehung zur bestehenden Literatur. Der Beitrag schließt mit einer kritischen Diskussion sowie einem Ausblick (Abschnitt 5).

## 2. MODELL

Unser analytisches Modell setzt sich aus drei Komponenten zusammen: einer Formalisierung von Security-Audits, einem Modell für Sicherheitsinvestitionen und einem Modell interdependenter Risiken. Jede Komponente enthält genau einen Parameter, der jeweils eines der oben informell beschriebenen Merkmale (a-c in Abschnitt 1.4) abbildet.

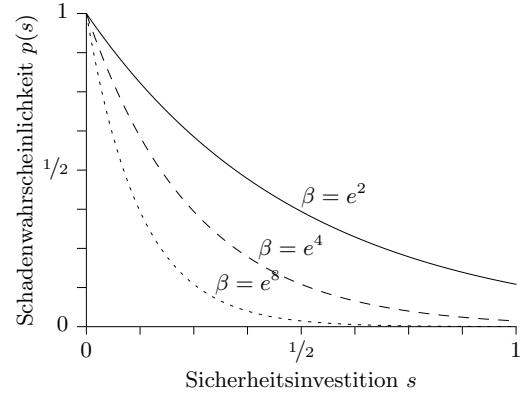
### 2.1 Abstraktion des Audit-Prozesses

Für die ökonomische Analyse ist es notwendig, den Audit-Prozess auf seine relevanten Merkmale zu reduzieren. Insbesondere kommt es hier nicht darauf an, *wie* die Sicherheitsprüfung durchgeführt wird, sondern nur auf ihr Ergebnis.

Dazu nehmen wir an, dass jedes überprüfbare Objekt  $X$  (Produkt, System, Service, Organisation etc.) ein latentes (d. h. nicht direkt beobachtbares) Attribut  $s_X \in \mathbb{R}^+$  besitzt, das sein Sicherheitsniveau beschreibt. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Schaden durch Schutzzielverletzung entsteht, sinkt monoton mit steigendem Sicherheitsniveau. Ein Security-Audit lässt sich nun als Funktion definieren, die als Eingabe das Objekt  $X$  erwartet, dessen Sicherheitsniveau mit einem Schwellwert  $t$  vergleicht und dann ein Bit ausgibt, so dass

$$\text{SecAudit}(X) = \begin{cases} 1 & \text{falls } s_X \geq t \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases} \quad (1)$$

Das Ergebnis sei zweifelsfrei gegenüber Dritten belegbar, z. B. in Form eines Zertifikats oder mit Hilfe einer digitalen Signatur. Es stellt allerdings eine Momentaufnahme dar und muss mit einem Zeitstempel versehen werden, wenn Zustandsänderungen von  $X$  betrachtet werden sollen.



**Abbildung 1: Security-Produktivität  $\beta$  bestimmt die Wirksamkeit von Sicherheitsinvestitionen zur Reduzierung der Schadenwahrscheinlichkeit**

Der Schwellwert  $t$  ergibt sich aus der Tatsache, dass Prüfungsmethoden teilstandardisiert sind und die Genauigkeit der Prüfung meist vorab festgelegt werden muss. Selbstverständlich ist es denkbar, eine Familie von Funktionen  $\text{SecAudit}_t$  zu betrachten, aus denen die für die jeweilige Situation angemessene Funktion ausgewählt wird. In der Praxis ist es allerdings unwahrscheinlich, ein derartiges Kontinuum an möglichen Schwellwerten vorzufinden.

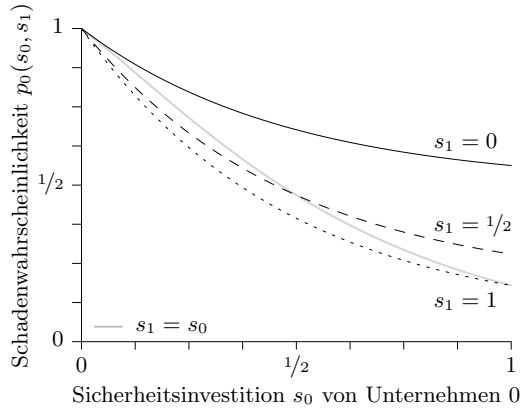
Die Funktion  $\text{SecAudit}$  verursacht in der Praxis Seiteneffekte: Es fallen Kosten an (die i. d. R. von  $X$  und  $t$  abhängen) und es kann zu verdeckten Informationsabflüssen kommen, denn ein Auditor bzw. dessen Mitarbeiter erfahren im Prüfungsverlauf mitunter sensible Interna über  $X$ . Modelliert man die Zeitdimension, so ist auch eine Latenzzeit zwischen Beginn der Prüfung und Ergebnis zu berücksichtigen. Im vorliegenden Beitrag werden diese Seiteneffekte vernachlässigt. Durch diese Vereinfachung könnten Security-Audits in unserer Analyse nützlicher erscheinen, als sie tatsächlich sind. Unsere Aussagen sind also tendenziell zugunsten von Security-Audits fehlerbehaftet.

### 2.2 Investition in IT-Sicherheit

Wir betrachten zunächst ein einzelnes Unternehmen, das Sicherheitsinvestitionen tätigt, um die Wahrscheinlichkeit  $p$  zu reduzieren, mit der es einen Schaden der Höhe  $l = 1$  erleidet. In Anlehnung an das bekannte Gordon-Loeb-Modell für Sicherheitsinvestitionen [13] formulieren wir den Zusammenhang zwischen Sicherheitsinvestition  $s$  und  $p(s)$  als Funktion mit abnehmender Grenzwirksamkeit von zusätzlichen Sicherheitsinvestitionen,

$$p(s) = \beta^{-s}. \quad (2)$$

Über Parameter  $\beta \geq e^2$  geht dabei die unternehmensspezifische *Security-Produktivität* ein. Abbildung 1 zeigt den Einfluss von  $\beta$  auf die Effizienz bei der Reduktion der Schadenwahrscheinlichkeit. Der Wertebereich von  $s$  ist auf  $[0; 1]$  begrenzt, da Sicherheitsinvestitionen  $s > l = 1$  für risikoneutrale Entscheider immer ungünstiger sind als die Alternative  $s = 0$ . Um die Anzahl der Parameter überschaubar



**Abbildung 2: Interdependenz  $\alpha > 0$ : Die Schadenwahrscheinlichkeit für Unternehmen 0 hängt auch von Unternehmen 1 ab ( $\beta = 8$ ,  $\alpha = 1/2$ )**

zu halten, wird, abweichend von [13], die *Verwundbarkeit* bei  $v = 1$  fixiert: Ohne Sicherheitsinvestition tritt der Schaden mit Sicherheit ein. Als weitere Vereinfachung werden in diesem Beitrag Sicherheitsniveau und Sicherheitsinvestition gleichgesetzt. Dies impliziert die Annahme, dass die Sicherheitsinvestitionen effektiv sind. In der Praxis kann dagegen die Situation eintreten, dass (aus Kostensicht) überinvestiert wird, im Ergebnis aber nur ein suboptimales Sicherheitsniveau erreicht wird. Insofern ist Vorsicht geboten, wenn Schlussfolgerungen bzgl. Über- oder Unterinvestition aus analytischen Modellen in die Praxis übertragen werden.

Mit der Funktion für die erwarteten Kosten,

$$c(s) = s - p(s) = s - \beta^{-s}, \quad (3)$$

könnte dieses Modell bereits zur Optimierung der Sicherheitsinvestition verwendet werden. Dies ist aber für einzelne Unternehmen hier nicht von Interesse. Für ausgewählte Werte  $\beta$  sind solche Optima als Spezialfall an der linken Kante von Abbildung 5 (unten) ablesbar.

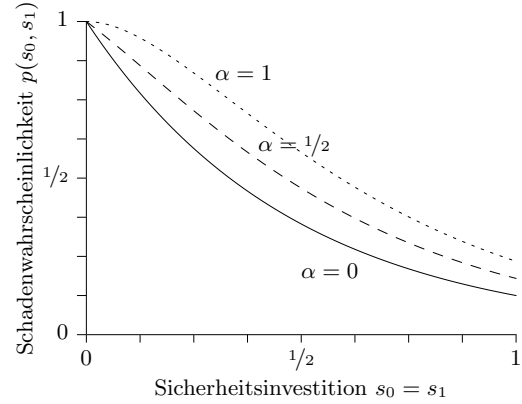
### 2.3 Interdependenz

Der einfachste Fall, Interdependenz zu modellieren, besteht in der Annahme von zwei symmetrischen a priori homogenen Unternehmen, die ihre Sicherheitsinvestitionen  $s_0$  und  $s_1$  selbst wählen. Die Annahme konstanter Security-Produktivität  $\beta$  in beiden Unternehmen lässt sich mit einer Übertragung von Carr's Argument [9] auf Sicherheitstechnologie rechtfertigen. Demnach steht Sicherheitstechnologie als „Commodity“ zur Verfügung und dient nur in seltenen Fällen zur strategischen Differenzierung zwischen Unternehmen.

Die Schadenwahrscheinlichkeit  $p_i$  für Unternehmen  $i \in \{0, 1\}$  sei gegeben als

$$p_i(s_i, s_{1-i}) = 1 - (1 - \beta^{-s_i})(1 - \alpha\beta^{-s_{1-i}}). \quad (4)$$

Diese Formulierung entspricht der Intuition, dass ein Unternehmen nur dann keinen Schaden erleidet, wenn es weder selbst Opfer eines Sicherheitsvorfalls wird, noch sich ein Vorfall beim Partnerunternehmen „fortpflanzt“ [17]. Parameter



**Abbildung 3: Interdependenz  $\alpha$  erhöht die Schadenwahrscheinlichkeit, selbst wenn beide Unternehmen gleich viel in Sicherheit investieren ( $\beta = 8$ )**

$\alpha \in [0; 1]$  modelliert dabei den Grad der Interdependenz als Faktor des Unternehmensumfelds. Für  $\alpha = 0$  (keine Interdependenz) ist Gl. (2) offensichtlich ein Spezialfall von Gl. (4).

In Abbildung 2 ist die eingangs informell beschriebene Wechselwirkung bei moderater Interdependenz ersichtlich ( $\alpha = 1/2$ ). Die schwarzen Kurven zeigen, dass die Schadenwahrscheinlichkeit von Unternehmen 0 für jede eigene Sicherheitsinvestition  $s_0 > 0$  auch von der Sicherheitsinvestition  $s_1$  (von Unternehmen 1) abhängt. Die graue Kurve zeigt zum Vergleich, welche Schadenwahrscheinlichkeit vorliegt, wenn beide Unternehmen gleich viel in Sicherheit investieren. Diese Annahme wird in Abbildung 3 beibehalten; stattdessen wird der Parameter  $\alpha$  variiert. Man sieht, dass die Schadenwahrscheinlichkeit bei konstanter Sicherheitsinvestition  $s_0 = s_1 > 0$  steigt, je höher die Interdependenz ist.

### 2.4 Soziales Optimum

Ein soziales Optimum liegt vor, wenn die Summe der erwarteten Kosten beider Unternehmen minimal ist, also

$$s^* = \arg \min_s 2 \cdot c(s, s) \quad (5)$$

$$= \arg \min_s s + 1 - (1 - \beta^{-s})(1 - \alpha\beta^{-s}). \quad (6)$$

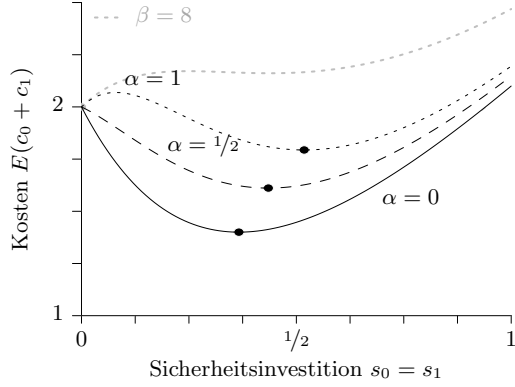
Die Substitution der individuellen  $s_i$  durch  $s$  ergibt sich dabei aus der Symmetrieeigenschaft. Abbildung 4 zeigt die Zielfunktion des Minimierungsproblems für ausgewählte Parameter. Analytisch ergeben sich die Minima aus der Bedingung erster Ordnung von Gl. (6) als

$$s^* = - \frac{\ln \left( \frac{(1+\alpha) - \sqrt{(1+\alpha)^2 - 8\alpha \ln^{-1}(\beta)}}{4\alpha} \right)}{\ln(\beta)} \quad (7)$$

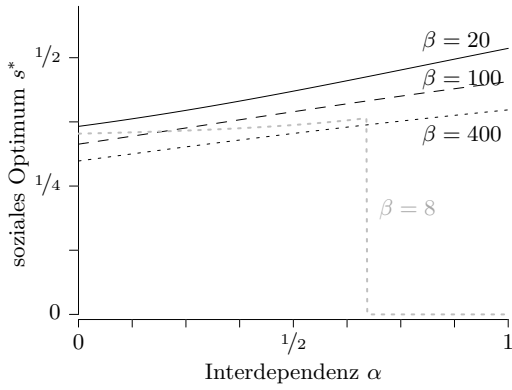
für  $\alpha > 0$  sowie

$$s^* = \ln(\ln(\beta)) \ln^{-1}(\beta) \quad (8)$$

für den Spezialfall  $\alpha = 0$ .



**Abbildung 4: Optimale Sicherheitsinvestition  $s^*$  durch Minimierung der erwarteten Kosten beider Unternehmen ( $\beta = 20$ , außer oberste Kurve)**



**Abbildung 5: Lage der sozialen Optima in Abhängigkeit von Interdependenz und Security-Produktivität**

Wenn die Interdependenz hoch ist und die Security-Produktivität sehr gering, kann es passieren, dass ein Minimum am unteren Rand des Wertebereichs von  $s$  entsteht. Die grau gepunktete Kurven (für  $\beta = 8$ ) in den Abbildungen 4 und 5 veranschaulichen diesen Fall, auf den auch in Abschnitt 3.4 noch einmal eingegangen wird.

Abbildung 5 zeigt die Lage der sozialen Optima als Funktion von  $\alpha$  für ausgewählte Werte von  $\beta$ . Es ist ersichtlich, dass sich die sozial optimale Sicherheitsinvestition nicht monoton zur Security-Produktivität verhält. Abgesehen von der oben angesprochenen Diskontinuität zeigt sich außerdem, dass sich das soziale Optimum mit zunehmender Interdependenz nach oben verschiebt. Salopp interpretiert bedeutet dies, dass sich zunehmend vernetzende Wirtschaftssysteme und Gesellschaften ceteris paribus immer mehr in Sicherheit investieren müssen, um ihre Wohlfahrt zu maximieren. (Dieser „Befund“ ist allerdings nicht sehr überraschend und

ergibt sich direkt aus der in Abb. 3 dargestellten Beziehung.)

## 2.5 Nash-Gleichgewichte

Die Bestimmung sozialer Optima impliziert nicht, dass diese in der Praxis tatsächlich erreicht werden. Dies ist nur dann der Fall, wenn die einzelnen Akteure Anreize haben, ihre Sicherheitsinvestition tatsächlich auf das Niveau  $s^*$  anzuheben. Zur Analyse der Anreize – die im Modell offensichtlich von den Handlungen des jeweils anderen Unternehmens abhängen – bedarf es einer spieltheoretischen Betrachtung und der Suche nach Nash-Gleichgewichten.

In diesem Beitrag betrachten wir ausschließlich reine Strategien. Die beste Reaktion  $s^+$  von Unternehmen  $i$  auf ein gegebenes  $s_{1-i}$  ist:

$$s^+(s_{1-i}) = \arg \min_s s + p(s, s_{1-i}) \quad (9)$$

$$= \arg \min_s s + 1 - (1 - \beta^{-s}) (1 - \alpha \beta^{-s_{1-i}}) \quad (10)$$

$$\text{u. d. B. } s \geq 0.$$

Über die Nullstellen der ersten Ableitung erhalten wir nach Umformung:

$$s^+(s_{1-i}) = \sup \left\{ \frac{\ln(\ln(\beta)) + \ln(1 - \alpha \beta^{-s_{1-i}})}{\ln(\beta)}, 0 \right\}. \quad (11)$$

Abbildung 6 zeigt die beste Reaktion als Funktion von  $s_1$  für unterschiedliche Interdependenz ( $\alpha = (0, 1/2, 1)$ ) und zwei Werte für die Security-Produktivität ( $\beta = (20, 100)$ ). Nash-Gleichgewichte sind als Fixpunkte der besten Reaktionen definiert und liegen damit auf den Schnittpunkten mit der Winkelhalbierenden. Zum Vergleich sind auch die sozialen Optima aus Gl. (7) eingezeichnet.

Je nach Parameterwahl kann es bis zu drei Nash-Gleichgewichte geben, und zwar bei

$$\tilde{s}_{1,2} = \ln \left( \frac{\ln(\beta) \pm \sqrt{\ln^2(\beta) - 4\alpha \ln(\beta)}}{2} \right) \ln^{-1}(\beta) \quad (12)$$

(falls Diskriminante und Ausdruck positiv sind) sowie bei

$$\tilde{s}_3 = 0 \quad \text{falls } \alpha > 1 - \ln^{-1}(\beta). \quad (13)$$

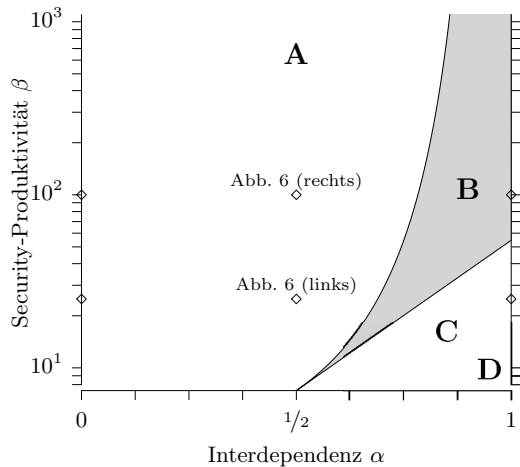
Abbildung 6 ist so gewählt, dass alle interessanten Fälle mindestens in einer Kurve dargestellt sind. Eine Diskussion der einzelnen Fälle findet zusammen mit der inhaltlichen Interpretation in Abschnitt 3 statt. Die formalen Bedingungen für das Auftreten der Gleichgewichtssituationen sind in Anhang A.4 zusammengefasst.

## 3. INTERPRETATION

Wenn in unserem Modell Nash-Gleichgewichte existieren, liegen diese für  $\alpha > 0$  immer unter der des jeweiligen sozialen Optimum. Dies repliziert das bekannte<sup>2</sup> Ergebnis: Sicherheit als öffentliches Gut wird am freien Markt nicht im ausreichenden Maße zur Verfügung gestellt [24, 17]. Grund dafür sind Anreiz- und Koordinierungsprobleme. Wenn Unternehmen  $i$  sicher wüsste, dass Unternehmen  $1 - i$  kooperativ handelt und  $s_{1-i} = s^*$  investiert, dann wäre es einfacher,

<sup>2</sup>Deshalb sehen wir hier von einem formalen Beweis ab.





**Abbildung 7: Fallunterscheidung im Parameterraum**

sich ebenfalls für die sozial optimale Handlungsalternative zu entscheiden. Allerdings ist  $s_{1-i}$  in der Praxis kaum beobachtbar (siehe Abschnitt 1.2).

Hier kommen Security-Audits ins Spiel. Sie bieten die Möglichkeit, die eigene Sicherheitsinvestition glaubhaft zu signalisieren und damit andere von seiner Kooperationsbereitschaft zu überzeugen. Dies allein kann Koordinationsprobleme lösen, wenn mehrere Gleichgewichte existieren. Soll das Sicherheitsniveau darüber hinaus gesteigert werden, um sich dem sozialen Optimum weiter anzunähern, dann sind zusätzliche Anreize notwendig. Diese können zum Beispiel in Form von Strafen oder Subventionen gesetzt werden.<sup>3</sup> In beiden Fällen werden ebenfalls Security-Audits benötigt, um Zahlungen an das tatsächliche Sicherheitsniveau zu koppeln. Unter welchen Bedingungen Security-Audits diese Funktionen erfüllen können, wird im Folgenden für alle Fälle im durch  $\alpha$  und  $\beta$  aufgespannten Parameterraum erörtert und bezüglich dem dritten Parameter  $t$  interpretiert.

Dazu ist es sinnvoll, Abbildung 7 zu betrachten. Sie zeigt alle Regionen im  $\alpha$ - $\beta$ -Parameterraum, in denen unterschiedliche Gleichgewichtssituationen herrschen. Die Security-Produktivität wird dabei auf einer logarithmischen Skala dargestellt. Sechs Rautensymbole markieren die Positionen im Parameterraum, zu denen Abbildung 6 Kurven zeigt.

### 3.1 Region A: Nur gründliche Audits nützlich

Es existiert genau ein Nash-Gleichgewicht (siehe gestrichelte Kurven in Abb. 6). Da die beste Reaktion  $s_i^+$  auf Sicherheitsinvestitionen  $s_{1-i}$  unterhalb des Gleichgewichts von Gl. (12) immer größer ist als  $s_{1-i}$ , haben Unternehmen An-

<sup>3</sup>Strafen und Subventionen *können* regulatorischer Natur sein, müssen es aber nicht. Eine Tit-for-Tat-Strategie in einem Gefangenendilemma über mehrere Perioden enthält bspw. Strafen. Diese Strategie setzt aber voraus, dass die Handlung in der Vorrunde zweifelsfrei beobachtbar ist. Dazu bedarf es in unserem Modell Security-Audits.

reize, mindestens  $\tilde{s}_1$  zu investieren. Security-Audits mit geringem Schwellwert ( $t \leq \tilde{s}_1$ ) führen zu keiner zusätzlichen Verbesserung und sind damit wirkungslos. Gründliche Security-Audits mit Schwellwert  $t > \tilde{s}_1$  können dagegen zu einer Steigerung des Sicherheitsniveaus führen und versprechen Wohlfahrtsgewinne solange  $t \leq s^*$ . Gründliche Security-Audits sind am wirkungsvollsten, wenn sie beide Unternehmen durchführen, da sonst das jeweils andere Unternehmen keinen Anreiz hat, exakt auf das gleiche Niveau  $t$  nachzuziehen. Unilateral durchgeführte Security-Audits oberhalb des sozialen Optimums für  $\alpha = 0$  sind niemals besser als unilaterale Security-Audits mit Schwellwert an diesem Punkt (markiert durch den „Stern“ in Abb. 6, der durch Überlagerung der Symbole  $\times$  und  $+$  für  $\alpha = 0$  entsteht).

### 3.2 Region B: Basis-Audits bewirken viel

Es existieren drei Nash-Gleichgewichte, davon eines, in dem beide Unternehmen völlig auf Sicherheitsinvestitionen verzichten (siehe gepunktete Kurve in Abb. 6 rechts). Security-Audits können in diesem Fall ihre maximale Wirkung bei der Lösung des Koordinierungsproblems entfalten. Jedoch muss dazu der Schwellwert  $t$  marginal über  $\tilde{s}_2$  liegen. Ist dies der Fall, reicht ein unilaterales Audit, um beide Unternehmen ins beste Gleichgewicht zu heben. Schwellwerte  $\tilde{s}_2 < t \leq \tilde{s}_1$  verbessern das Ergebnis nicht weiter. Selbst das beste Gleichgewicht ist immer schlechter als das soziale Optimum. Weitere Verbesserungen der Wohlfahrt sind mit gründlichen Audits  $t > \tilde{s}_1$  möglich; es gilt dann das in Abschnitt 3.1 Gesagte. Für Audits  $t \leq \tilde{s}_2$  entspricht die Situation der in Region C.

### 3.3 Region C: Alle Audits nützlich

Es existiert genau ein Nash-Gleichgewicht, bei dem beide Unternehmen auf Sicherheitsinvestitionen verzichten (siehe gepunktete Kurve in Abb. 6 links). Das soziale Optimum ist in diesem Fall am weitesten vom Gleichgewicht entfernt. Da kein Koordinierungsproblem im engeren Sinne vorliegt, ist die Wirkung von Security-Audits vergleichsweise geringer als in Region B. Trotzdem können sie zu einer Steigerung des Sicherheitsniveaus führen, und zwar exakt bis auf das Niveau  $t$ , wenn beide Unternehmen Audits durchführen. Innerhalb des Abschnitts, wo die gepunktete Linie in Abbildung 6 horizontal verläuft, sind unilaterale Security-Audits wirkungslos, da ihr Signal verpufft. Wie auch in Region B sind unilaterale Security-Audits oberhalb des sozialen Optimums für  $\alpha = 0$  niemals besser als unilaterale Security-Audits mit Schwellwert an diesem Punkt.

### 3.4 Region D: Alle Audits kontraproduktiv

Es existiert genau ein Nash-Gleichgewicht, bei dem beide Unternehmen auf Sicherheitsinvestitionen verzichten. Dies ist auch das soziale Optimum (vgl. die graue Kurve in Abb. 4). Damit lohnt sich überhaupt keine Sicherheitsinvestition; die Unternehmen sind schlicht nicht schützbar. Unternehmen würden freiwillig keine Security-Audits veranlassen und vorgeschriebene Security-Audits zu Schwellwerten  $t > 0$  sind kontraproduktiv, indem sie zu Überinvestition führen und damit Wohlfahrt vernichten. Mögliche Auswege wären, entweder die Security-Produktivität durch bessere Technologie zu steigern oder die Interdependenz zu verringern. Beides würde die Situation in Region C bewegen.

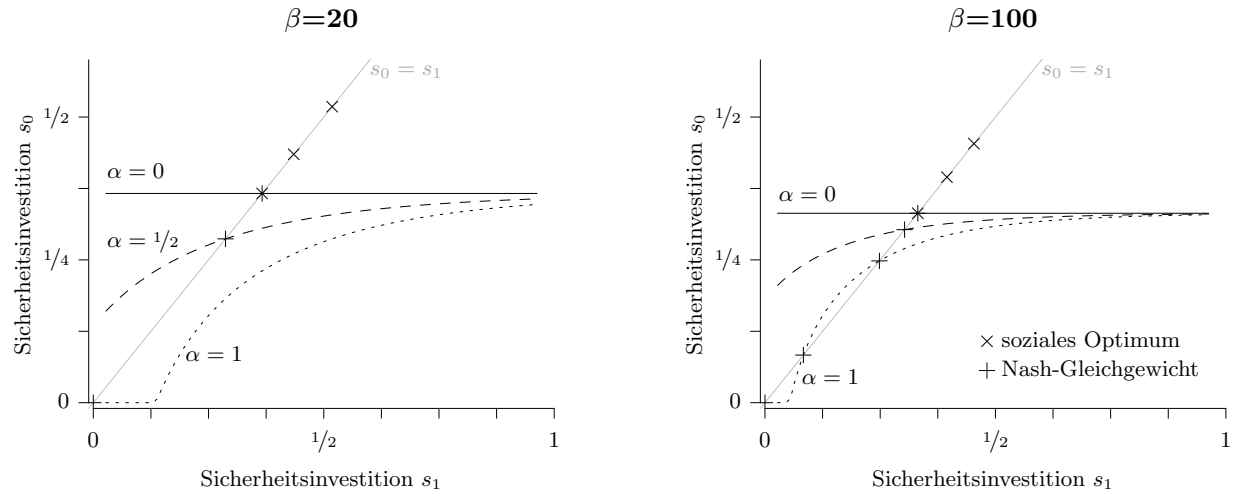


Abbildung 6: Beste Reaktion von Unternehmen 0 auf Sicherheitsinvestition von Unternehmen 1; Nash-Gleichgewichte liegen auf den Schnittpunkten mit der Winkelhalbierenden (graue Linie)

### 3.5 Linke Kante: Keine Audits

In Abbildung 7 ist nicht direkt ersichtlich, dass die linke Kante ( $\alpha = 0$ ) nicht zu Region A gehört, sondern einen Spezialfall darstellt. Wenn die Unternehmen nicht interdependent sind, optimiert jedes für sich selbst. Es gibt genau ein Nash-Gleichgewicht, das mit dem sozialen Optimum übereinstimmt (siehe durchgezogene Linie in Abb. 7). Freiwillig würde kein Unternehmen Security-Audits durchführen. Vorgeschriebene Audits liefern keine handlungsrelevanten Signale, wenn  $t < \tilde{s}_1 = s^*$  und sind kontraproduktiv, wenn  $t > \tilde{s}_1 = s^*$ .

## 4. VERWANDTE ARBEITEN

Den Autoren sind keine Vorarbeiten bekannt, die die konkrete inhaltliche Fragestellung bearbeiten, erst recht nicht in Kombination mit der gewählten Methodik. Der für diesen Beitrag einschlägige Forschungsstand lässt sich also grob untergliedern in Arbeiten, die sich inhaltlich mit Security-Audits und Zertifizierung auseinandersetzen, und Arbeiten, die verwandte analytische Modelle verwenden, um andere Gesichtspunkte unter der Berücksichtigung von interdependenter Sicherheit zu beleuchten.

Zur ersten Kategorie gehört Anderson [3], der sich kritisch zu Anreizen der Security-Auditoren äußert. Er bemerkt, dass Hersteller von zu zertifizierenden Produkten nach dem unkritischsten Auditor suchen. Baye und Morgan [4] betrachten Zertifizierung als Qualitätsmerkmal im E-Commerce. Sie unterlegen ihr analytisches Modell zur strategischen Preissetzung im Wettbewerb zwischen zertifizierten und nicht zertifizierten Anbietern mit empirischen Daten. Ebenfalls empirisch arbeitet Edelman [11]. Er stellt fest, dass gerade nicht vertrauenswürdige Marktteilnehmer verstärkt das TrustE-Zertifikat nachfragen (und auch erhalten). Damit kehrt sich de facto das beabsichtigte Signal als Gütesiegel um. Während eine TrustE-Zertifizierung vollkommen freiwillig ist, plädiert Rice [21] für obligatorische Zertifizierung. Einen ähnlichen Vorschlag unterbreiten Parameswaran und Whinston

[20], allerdings für Intermediäre wie Service Provider.

Interdependente Risiken werden nicht nur zur Analyse von Security-Audits modelliert. Zur Literatur der zweiten Kategorie gehören Varian [24] sowie Kunreuther und Heal [17], die erstmals IT-Sicherheit als öffentliches Gut formalisierten und damit den Begriff der Interdependenz prägten. Varian überträgt dazu drei Aggregierungsfunktionen aus der klassischen Literatur zu öffentlichen Gütern: *weakest link*, *total effort*, und *best shot*. Grossklags et al. [15] greifen diese Idee auf und erweitern sie schrittweise in einer Reihe von Arbeiten. Die Autoren modellieren dabei jeweils noch eine zweite Art von Sicherheitsinvestition, die keine Externalität generiert und unterschiedlich hohe Kosten verursacht. Die meisten Interdependenz-Modelle werden auf Möglichkeiten zur Internalisierung von Externalitäten untersucht. Dies geschieht in verschiedenen Kontexten wie z. B. IT-Versicherung [19], Security-Outsourcing mit [26] oder ohne [22] Risikotransfer, oder der Regulierung von Intermediären [16].

Unser Modell unterscheidet sich von anderen Modellen für interdependente Risiken durch die Kombination von stetigen Sicherheitsinvestition mit abnehmender Grenzwirksamkeit und einem variablen Grad der Interdependenz. In der Literatur werden oft nur diskrete Fälle ( $\alpha \in \{0; 1\}$ ) bzw. diskrete Aktionen ( $s \in \{0; 1\}$ ) betrachtet. Dafür ist unser Modell auf zwei Unternehmen beschränkt, während viele Autoren ihre Lösung in geschlossener Form auf  $n > 2$  Agenten verallgemeinern können (siehe dazu auch Abschnitt 5.4).

Das in Abschnitt 2.2 verwendete Gordon-Loeb-Modell [14] hat zu einer Vielzahl an nachfolgenden Arbeiten geführt [5]. Grob kann man unterscheiden zwischen einem betriebswirtschaftlich orientierten Strang, dessen Autoren sich mit der Übertragung von aus der Investitionsrechnung bekannten Faktoren wie Diskontierung und fiskaler Effekte befassen (z. B. [7, 12]), und einem eher ingenieurwissenschaftlichem Strang. Letzterer versucht, die Modelle an die Besonderhei-

ten von Sicherheitsinvestitionen anzupassen, z. B. durch Berücksichtigung von pro-aktiven und reaktiven Verteidigungsstrategien oder durch Formulierung spezifischer Angreifermodelle zur Berechnung der Schadenwahrscheinlichkeit [6].

## 5. DISKUSSION

Kein Drei-Parameter-Modell kann alle Aspekte der Realität abbilden. Trotzdem lassen sich aus dem Zusammenspiel von Security-Produktivität, Interdependenz, und Gründlichkeit des Security-Audits neue interessante Schlussfolgerungen ableiten, deren Mechanik zumindest qualitativ auf Situationen in der Praxis übertragbar ist.

### 5.1 Technische Schlussfolgerungen

Region A deckt weit mehr als die Hälfte des Parameterraums ab, insbesondere alle Situationen mit geringer oder moderater Interdependenz  $\alpha < 1/2$ . Selbst wenn es in der Praxis kaum möglich ist, die exakten Parameter zu bestimmen, können daher Schlussfolgerungen für Region A als „Daumenregeln“ empfohlen werden. Hier und in anderen Regionen zeigt sich, dass die Überprüfung und Zertifizierung von Sicherheitsstandards auf „kleinstem gemeinsamen Nenner“ in vielen Fällen wirkungslos ist. Ingenieure, die Audit-Verfahren und dazugehörige Werkzeuge entwickeln, sollten daher vor allem ein Augenmerk auf die zweifelsfreie Feststellung von hohen und höchsten Sicherheitsniveaus legen. Weiterhin folgt aus unserer Analyse, dass der geeignete Schwellwert von Audits stark von der Situation abhängt. Für die Praxis wäre es deshalb wünschenswert, wenn Security-Audits in einer Art Baukastenverfahren maßgeschneidert an die Situation angepasst werden könnten. Auch dies bedarf entsprechender technischer Voraussetzungen, sowohl bei der Konstruktion der zu überprüfenden Systeme als auch beim Entwurf der Audit-Verfahren. Nicht zuletzt sollten technische Maßnahmen, die die Parameter  $\alpha$  und  $\beta$  beeinflussen (z. B. Wechsel der Architektur, Sicherheitstechnologie oder Vernetzung), immer auch mit Hinblick auf die Verfügbarkeit dann geeigneter Security-Audits beurteilt werden.

### 5.2 Schlussfolgerungen für Management und Regulierer

Interdependente Risiken entwickeln eine besondere, nicht-triviale Mechanik, die verhindert, dass individuell rationales Risikomanagement auch sozial wohlfahrtsmaximierend ist. Ein erster wichtiger Schritt besteht darin, Managern und Regulierern diese Mechanik zu vermitteln. Nur so können sie ihre Entscheidungen anpassen und bspw. davon absehen, blind Security-Audits zu beauftragen (oder von Partnern zu verlangen). Unsere Analyse hat gezeigt, dass schlecht auf die Situation abgestimmte Audits ineffizient oder bestenfalls wirkungslos sein können. So ist bspw. ein freiwillig durchgeführter reiner „Grundschutz-Test“ zur Zertifizierung, dass ein Minimum an Sicherheitsmaßnahmen vorhanden ist ( $s > 0$ ), in den meisten Fällen überflüssig. Sehr wirkungsvoll sind dagegen Audits, wenn sie (wie in Region B, siehe Abs. 3.2) trotz relativ niedrigem Aufwand – und damit vermutlich zu geringen Kosten – ein Gleichgewicht auf einem deutlich höheren Sicherheitsniveau stabilisieren. Eine weitere Erkenntnis ist, dass sehr gründliche Security-Audits, die ein hohes Sicherheitsniveau bestätigen, nur in gegenseitiger Absprache mit den Partnerunternehmen durchgeführt wer-

den sollten. Nur so können Trittbrettfahrer effektiv verhindert werden.

Regulierer sollten genau analysieren, in welchen Situationen sie verbindliche Security-Audits verlangen und wie gründlich die Audits durchzuführen sind. Insbesondere sind vorgeschriebene Security-Audits dann überflüssig, wenn Unternehmen auch selbst einen Anreiz hätten, entsprechende Audits durchzuführen. Es erscheint selbstverständlich, dass keine Audits vorgeschrieben werden sollten, die keinen Nutzen stiften. Um dies zu vermeiden, könnte es sinnvoll sein, Security-Audits nicht pauschal, sondern abhängig von unternehmens- und umfeldspezifischen Faktoren zu verordnen. Wenn diese Kriterien transparent sind, haben Marktteilnehmer dann die Wahl, bspw. ihre Interdependenz zu verringern oder sich verschärften Security-Audits zu unterziehen.

Eine Herausforderung für die Entscheidungsunterstützung bleibt die Bestimmung der relevanten Parameter in der Praxis. Weil hierzu vergleichbare und teilweise sensible Daten von vielen Marktteilnehmern benötigt werden, ist diese Aufgabe vermutlich prädestiniert für hoheitliche Regulierer.

### 5.3 Alternativen

Als alternative Mechanismen zur Internalisierung der Externalitäten von interdependenten Risiken kommen auch Reputation und Haftungsregelungen infrage.

Reputation ist vor allem dann geeignet, wenn die Schäden durch Sicherheitsvorfälle nicht katastrophal sind sowie alle Marktakteure eindeutig identifizierbar sind und einen langen Zeithorizont haben. Lösungen des Koordinierungsproblems ergeben sich dann durch eine Erweiterung der spieltheoretischen Analyse auf mehrere Perioden [8]. Trotzdem bleiben die Schwierigkeiten, a) Reputationssignale zu erheben – dies impliziert, von indeterministisch eintretenden Schäden ex post auf das Sicherheitsniveau zu schließen – sowie b) die Verteilung der Signale am Markt zu organisieren. Technische Reputationssysteme, die die Signalisierung zweifellos vereinfachen sowie systematischer und effizienter machen, geben selbst Anlass für Sicherheitsbedenken [10].

Haftungsregelungen sind zwar im IT-Sektor politisch umstritten, stellen aber theoretisch eine Möglichkeit dar, Externalitäten vollständig zu internalisieren [2]. Dies funktioniert allerdings nur, wenn nach Sicherheitsvorfällen der Schaden hinreichend gut quantifiziert werden kann und forensische Methoden zur Verfügung stehen, um die Schadenursache zweifelsfrei zu bestimmen. Nur dann kann die verantwortliche Partei zur Rechenschaft gezogen werden. Haftungsregelungen mit definierten Strafen (um die Quantifizierung zu vermeiden) mögen im Einzelfall funktionieren (z. B. [2, 16] zur Regulierung von ISPs), allerdings ist den Autoren noch keine allgemeine und systematische Modellierung für den Bereich IT-Sicherheit bekannt.

### 5.4 Ausblick

Das hier verwendete Modell war bewusst einfach gehalten, um die Aufmerksamkeit auf dessen Kernaussagen zu konzentrieren. Folgende Erweiterungen sind vorstellbar und aussichtsreich. Zunächst könnten die Unternehmen asymmetrisch modelliert werden, um Marktmacht in Lieferketten abzubilden. Im Extremfall degeneriert dadurch das spiel-

theoretische Modell zu einem Principal-Agent-Modell. Ein naheliegender Schritt ist auch die explizite Modellierung von Audit-Kosten, um diese dem Nutzen von Security-Audits gegenüberzustellen. Solche Modelle könnten auch von Anbietern von Security-Audits zur Preissetzung verwendet werden. Außerdem könnte man damit die Frage untersuchen, ob Security-Audits subventioniert werden sollten, da sie der Bereitstellung eines öffentlichen Gutes dienen. Weiterhin könnten Untersuchungen, die das Ergebnis des Security-Audits probabilistisch modellieren, die Robustheit der Schlussfolgerungen gegenüber unscharfen oder fehlerbehafteten Audits überprüfen. Die Verallgemeinerung unseres Modells auf mehr als zwei Unternehmen führt zu Polynomen  $n$ -ter Ordnung in den Ausdrücken für das soziale Optimum und die Gleichgewichte ( $n$  sei die Anzahl der Unternehmen). Hier bieten sich numerische oder approximative Lösungen an.

Nicht zuletzt ist zu überlegen, welche Bestandteile des Modells und welche seiner Schlussfolgerungen auf allgemeine Risikomanagement-Standards und deren Zertifizierung übertragbar sind. Dies könnte angesichts der anhaltenden Diskussion um ISO 31000 sehr relevant und aufschlussreich sein.

## Danksagung

Diese Arbeit entstand während eines DAAD-geförderten Auslandsaufenthalts am International Computer Science Institute (ICSI) in Berkeley, USA. Diana Böhme, Lars Greiving und Sascha Hunold haben den Beitrag Korrektur gelesen.

## 6. LITERATUR

- [1] G. A. Akerlof. The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3):488–500, 1970.
- [2] R. Anderson, R. Böhme, R. Clayton, and T. Moore. *Security Economics and the Internal Market*. Study commissioned by ENISA, 2008.
- [3] R. J. Anderson. Why information security is hard – An economic perspective, 2001.
- [4] M. R. Baye and J. Morgan. Red queen pricing effects in e-retail markets. Working Paper, 2003.
- [5] R. Böhme. Security metrics and security investment models. In I. Echizen, N. Kunihiro, and R. Sasaki, editors, *Advances in Information and Computer Security (Proc. of IWSEC)*, LNCS 6434, pages 10–24, Berlin Heidelberg, 2010. Springer-Verlag.
- [6] R. Böhme and T. W. Moore. The iterated weakest link. *IEEE Security & Privacy*, 8(1):53–55, 2010.
- [7] J. Brocke, H. Grob, C. Buddendick, and G. Strauch. Return on security investments. Towards a methodological foundation of measurement systems. In *Proc. of AMCIS*, 2007.
- [8] L. M. B. Cabral. The economics of trust and reputation: A primer. Mimeo, 2005.
- [9] N. G. Carr. IT doesn’t matter. *Harvard Business Review*, 81(5):41–49, 2003.
- [10] E. Carrara and G. Hogben, editors. *Reputation-based Systems: A Security Analysis*. ENISA, 2007.
- [11] B. Edelman. Adverse selection in online “trust” certifications. In *Workshop on the Economics of Information Security (WEIS)*, University of Cambridge, UK, 2006.
- [12] U. Faisst, O. Prokein, and N. Wegmann. Ein Modell zur dynamischen Investitionsrechnung von IT-Sicherheitsmaßnahmen. *Zeitschrift für Betriebswirtschaftslehre*, 77(5):511–538, 2007.
- [13] L. A. Gordon and M. P. Loeb. The economics of information security investment. *ACM Trans. on Information and System Security*, 5(4):438–457, 2002.
- [14] L. A. Gordon, M. P. Loeb, and W. Lucyshyn. Information security expenditures and real options: A wait-and-see approach. *Computer Security Journal*, 14(2):1–7, 2003.
- [15] J. Grossklags, N. Christin, and J. Chuang. Secure or insure? A game-theoretic analysis of information security games. In *Proceeding of the International Conference on World Wide Web (WWW)*, pages 209–218, Beijing, China, 2008. ACM Press.
- [16] J. Grossklags, S. Radosavac, A. A. Cárdenas, and J. Chuang. Nudge: Intermediaries’ role in interdependent network security. In A. Acquisti, S. W. Smith, and A.-R. Sadeghi, editors, *Trust and Trustworthy Computing (TRUST 2010)*, LNCS 6101, pages 323–336, Berlin Heidelberg, 2010. Springer-Verlag.
- [17] H. Kunreuther and G. Heal. Interdependent security. *Journal of Risk and Uncertainty*, 26(2-3):231–49, March–May 2003.
- [18] D. Molnar and S. Schechter. Self hosting vs. cloud hosting: Accounting for the security impact of hosting in the cloud. In *Workshop on the Economics of Information Security (WEIS)*, Harvard University, Cambridge, MA, 2010.
- [19] H. Ogut, N. Menon, and S. Raghunathan. Cyber insurance and it security investment: Impact of interdependent risk. In *Workshop on the Economics of Information Security (WEIS)*, Harvard University, Cambridge, MA, 2005.
- [20] M. Parameswaran and A. B. Whinston. Incentive mechanisms for internet security. In H. R. Rao and S. Upadhyaya, editors, *Handbooks in Information Systems*, volume 4, pages 101–138. Emerald, 2009.
- [21] D. Rice. *Geekonomics – The Real Cost of Insecure Software*. Addison-Wesley, New York, 2007.
- [22] B. R. Rowe. Will outsourcing IT security lead to a higher social level of security? In *Workshop on the Economics of Information Security (WEIS)*, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 2007.
- [23] B. Schneier. Hacking the business climate for network security. *IEEE Computer*, pages 87–89, April 2004.
- [24] H. R. Varian. System reliability and free riding. In *Workshop on the Economics of Information Security (WEIS)*, University of California, Berkeley, 2002.
- [25] S. Winkler and C. Proschinger. Collaborative penetration testing. In *Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen (9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik)*, volume 1, pages 793–802, 2009.
- [26] X. Zhao, L. Xue, and A. B. Whinston. Managing interdependent information security risks: A study of cyberinsurance, managed security service and risk pooling. In *Proc. of ICIS*, 2009.

## ANHANG

### A. BEWEISSKIZZEN

#### A.1 Herleitung des sozialen Optimums

Ansatz aus Gl. (6):

$$s^* = \arg \min_s s + 1 - (1 - \beta^{-s})(1 - \alpha\beta^{-s})$$

Nullstelle der ersten Ableitung nach  $s$ :

$$1 = \ln(\beta) \left(1 - \alpha\beta^{-s^*}\right) \beta^{-s^*} + \alpha \ln(\beta) \left(1 - \beta^{-s^*}\right) \beta^{-s^*}$$

$$1 = \ln(\beta) \beta^{-s^*} + \alpha \ln(\beta) \beta^{-s^*} - 2\alpha \ln(\beta) \beta^{-2s^*}$$

$$1 = (1 + \alpha) \ln(\beta) \beta^{-s^*} - 2\alpha \ln(\beta) \beta^{-2s^*}$$

1. Fall:  $\alpha = 0$

$$1 = \ln(\beta) \beta^{-s^*}$$

$$s^* = \ln(\ln(\beta)) \ln^{-1}(\beta)$$

Dieser Ausdruck entspricht Gl. (8).

2. Fall:  $\alpha > 0$ . Wir erhalten die Nullstelle für das Minimum durch Substitution  $u = \beta^{-s^*}$ , Lösen der quadratischen Gleichung und anschließender Resubstitution:

$$s^* = -\ln \left( \frac{(1 + \alpha) - \sqrt{(1 + \alpha)^2 - 8\alpha \ln^{-1}(\beta)}}{4\alpha} \right) \ln^{-1}(\beta)$$

Dieser Ausdruck entspricht Gl. (7).

#### A.2 Herleitung der besten Reaktion

Ansatz aus Gl. (10):

$$s^+(s_{1-i}) = \arg \min_s s + 1 - (1 - \beta^{-s})(1 - \alpha\beta^{-s_{1-i}})$$

u. d. B.  $s \geq 0$

Nullstelle der ersten Ableitung nach  $s$ :

$$0 = 1 - \ln(\beta) \beta^{-s^+} (1 - \alpha\beta^{-s_{1-i}})$$

$$1 = \ln(\beta) \beta^{-s^+} (1 - \alpha\beta^{-s_{1-i}})$$

$$\beta^{s^+} = \ln(\beta) (1 - \alpha\beta^{-s_{1-i}})$$

$$s^+ \ln(\beta) = \ln(\ln(\beta)) + \ln(1 - \alpha\beta^{-s_{1-i}})$$

Umstellen und Berücksichtigung der Nebenbedingung:

$$s^+ = \sup \left\{ \frac{\ln(\ln(\beta)) + \ln(1 - \alpha\beta^{-s_{1-i}})}{\ln(\beta)}, 0 \right\}$$

Dieser Ausdruck entspricht Gl. (11).

#### A.3 Herleitung der Nash-Gleichgewichte

Fixpunkte der besten Reaktion  $\tilde{s} = s^+(\tilde{s})$  ohne Berücksichtigung der Nebenbedingung:

$$\tilde{s} = \frac{\ln(\ln(\beta)) + \ln(1 - \alpha\beta^{-\tilde{s}})}{\ln(\beta)}$$

$$\tilde{s} \ln(\beta) = \ln(\ln(\beta)) + \ln(1 - \alpha\beta^{-\tilde{s}})$$

$$\ln(\beta^{\tilde{s}}) = \ln(\ln(\beta)) + \ln(1 - \alpha\beta^{-\tilde{s}})$$

$$\ln(\beta^{\tilde{s}}) = \ln(\ln(\beta) (1 - \alpha\beta^{-\tilde{s}}))$$

$$\ln(\beta^{\tilde{s}}) = \ln(\ln(\beta) - \alpha\beta^{-\tilde{s}} \ln(\beta))$$

$$\beta^{\tilde{s}} = \ln(\beta) - \alpha\beta^{-\tilde{s}} \ln(\beta)$$

$$\beta^{\tilde{s}} - \ln(\beta) = -\alpha\beta^{-\tilde{s}} \ln(\beta)$$

$$\beta^{2\tilde{s}} - \ln(\beta) \beta^{\tilde{s}} = -\alpha \ln(\beta)$$

$$\beta^{2\tilde{s}} - \ln(\beta) \beta^{\tilde{s}} + \alpha \ln(\beta) = 0$$

Wir erhalten die Nullstelle für das Minimum durch Substitution  $u = \beta^{\tilde{s}}$ , Lösen der quadratischen Gleichung und anschließender Resubstitution:

$$\tilde{s}_{1,2} = \ln \left( \frac{\ln(\beta) \pm \sqrt{\ln^2(\beta) - 4\alpha \ln(\beta)}}{2} \right) \ln^{-1}(\beta)$$

Dieser Ausdruck entspricht Gl. (12).

Fixpunkte sind Nash-Gleichgewichte wenn sie die Nebenbedingung  $\tilde{s} > 0$  erfüllen.

Aufgrund der Nebenbedingung in Gl. (10) liegt ein zusätzliches Nash-Gleichgewicht bei  $\tilde{s}_3 = 0$  falls  $s^+(0) = 0$ :

$$0 \geq \frac{\ln(\ln(\beta)) + \ln(1 - \alpha)}{\ln(\beta)}$$

$$1 \geq \ln(\beta) (1 - \alpha)$$

$$\alpha \geq 1 - \ln^{-1}(\beta)$$

Dieser Ausdruck entspricht Gl. (13).

#### A.4 Formale Bedingungen der Gleichgewichte (ohne Beweis)

*Grenze zwischen Region A und B*

Ansatz: Den kleineren Fixpunkt aus Gl. (12) mit Null gleichsetzen,

$$\alpha = 1 - \ln^{-1}(\beta).$$

*Grenze zwischen Region B und C*

Ansatz: Determinante in Gl. (12) mit Null gleichsetzen,

$$\beta = e^{4\alpha}.$$

*Grenze zwischen Region C und D*

Ansatz:  $c(s^*)$  mit  $c(0)$  gleichsetzen (aus Gl. (3) und (7)),

$$s^* - (1 - \beta^{-s^*}) (1 - \alpha\beta^{-s^*}) = 0.$$

# The Role of Interests, Abilities, and Motivation in Online Idea Contests

Karsten Frey  
Institute of Information Systems  
University of Bern  
Engehaldenstrasse 8  
CH-3012 Bern  
+41 (0) 31 631 33 02  
karsten.frey@iwi.unibe.ch

Simon Haag  
Institute of Information Systems  
University of Bern  
Engehaldenstrasse 8  
CH-3012 Bern  
+41 (0) 31 631 33 02  
simon.haag@iwi.unibe.ch

Vanessa Schneider  
Institute of Information Systems  
University of Bern  
Engehaldenstrasse 8  
CH-3012 Bern  
+41 (0) 31 631 33 02  
vanessa.schneider@iwi.unibe.ch

## ABSTRACT

Despite the growing importance of crowdsourcing activities, little is known about the influence of intrapersonal characteristics of external actors on the outcome for the involved firms. This study therefore explores how interests, abilities, and motivation explain contribution behavior of individuals in idea contests. Analyzing a data set that combines survey data and server log file information of 33 idea contests hosted by the platform operator Atizo, we find that the breadth of individuals' interest is positively related to the number of submitted solution ideas. Furthermore, we observe a positive interaction effect between enjoyment and professional experience on contribution behavior. According to these findings, the most valuable external actors identified in this study combine high levels of motivation with abilities and have a wide range of interests. Our study contributes to existing research and is useful for firms and platform managers that are involved in crowdsourcing activities.

## Keywords

Open Innovation; Crowdsourcing; Idea Contests

## 1. INTRODUCTION

In today's dynamic business environment, firms are required continuously to create new and innovative products and services. In order to discover novel ideas and innovation opportunities, firms frequently make use of existing knowledge and experiences, but have also started to search for ideas and innovations outside the boundaries of the firm. Among the most popular forms of this so-called outside-in process [1] are R&D cooperations between public as well as private institutions, innovation communities or idea contests. In particular, the latter two - online communities and idea contests - provide firms with the opportunity to access the "wisdom of the crowd" [2-4]. This approach is often referred to as "crowdsourcing" and builds upon the idea that large groups of individuals solve innovation-related problems better than an elite few [2]. Crowdsourcing has become a frequently used source for innovation inputs for firms. This rise in importance is mainly

due to the Internet as it offers global accessibility and enables geographically dispersed groups of people to interact and discuss topics of common interest. Crowdsourcing activities in the form of web-based idea contests are one means of integrating external ideas into a firm's innovation process. Idea contests are competitions for innovators who apply their experience and creativity to find novel solutions to a topic defined by a firm [5, 6]. Previous research showed that idea contests are able to deliver usable and valuable outcomes [7-10]. Using idea contests as an extension of a firm's internal innovation processes promises several advantages: on the one hand, they offer access to a large pool of skilled and motivated contributors, as well as a closer proximity to customers and users. On the other hand, the field in which solutions to a particular problem are searched is broadened. Both factors help to avoid a local search bias and firms can exploit the benefits resulting from complementary (user) innovations [3, 10, 11]. All these factors are especially important when firms are in search of truly innovative ideas for products or services.

This study aims to shed more light on intrapersonal factors explaining contribution behavior of individuals in idea contests. More specifically, we address the questions of how the ability and motivation of participants influence the number of submitted solution ideas, and what effect the breadth of interest has on contributions.

Despite the growing importance of external actors when searching for innovation inputs, little is known about how the abilities of these actors interplay with motivations and the way these individual characteristics influence the performance in idea contests. In this study, we refer to a widely discussed concept in organizational behavior literature that uses cognitive theories to predict individual effort levels and human performance. An individual's performance is often seen as a function of ability - in the form of knowledge and skills - and motivation [12]. Klehe and Anderson [13] state that there is a clear difference between how well an individual is able to perform (maximum performance) and his willingness to do so (typical performance). While both ability and motivation are antecedents of performance in any task, their required levels and their combination may vary depending on the situation. The specific setting of idea contests characterized by voluntariness of contribution highlights the importance of motivation in fully exploiting a participant's abilities.

In addition, we follow Mednick's theory of the associative basis of the creative process [14] when considering the influence of an individual's breadth of interest on the number of submitted solution ideas. Being interested in various fields is accompanied by gaining associative linkages between different concepts, which in turn enlarges an individual's associative basis. As the latter facilitates the creative potential, we expect individuals with a broad associative basis to be frequent contributors to idea contests.

Accordingly, we expect ability (in the form of professional experience), motivation (in the form of enjoyment) as well as breadth of interest to increase the number of submitted solution ideas. Considering that ability and motivation are both necessary for reaching a maximum performance level, we also expect to observe a positive impact of the interaction effect between both variables on contributions.

Our study extends the literature on idea contests in the following ways. Firstly, we look at ability and motivation as predictors of performance in idea contests. While there is considerable empirical evidence in organizational psychology literature on the impact of both variables on job performance [e.g. 12, 13, 15], studies on crowdsourcing have so far mainly investigated either motives [e.g. 10, 16] or abilities [9]. Secondly, by considering the breadth of participants' interest, this study incorporates a psychometric concept that has received only limited attention from prior research on crowdsourcing and communities.

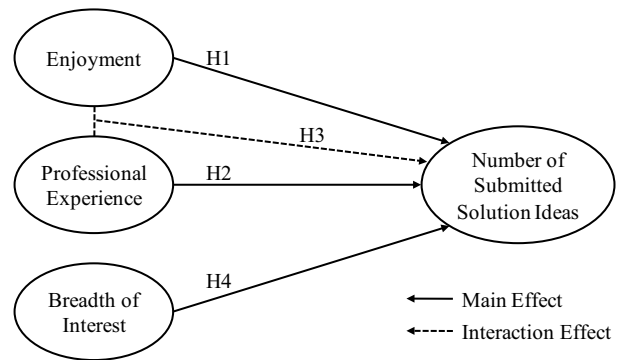
The data for this empirical research was provided by an innovation platform hosted by the Swiss start-up company Atizo. Atizo, similarly to InnoCentive [8, 9], acts as an intermediary between the registered members of the platform and firms looking for new product and service ideas. Our analysis reveals that the breadth of an individual's interest is the strongest predictor of the number of submitted solution ideas to an idea contest. As expected, therefore, a broad associative basis seems to be a strong driver of creativity in idea contests. We also found evidence of a strong combined effect of enjoyment and professional experience on the number of solution ideas. This finding confirms the notion that, in order to reach high performance levels, individuals need sufficient levels of motivation and adequate abilities.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 starts with the presentation of our research model and the development of the hypotheses. In section 3, we provide details of the empirical methods used in this study and subsequently present the empirical results of our analysis in section 4. Finally, we discuss the empirical findings of our study (section 5) and describe practical implications (section 6).

## 2. HYPOTHESES

We expect the performance of individuals to be driven by different intrapersonal factors. We therefore consider interests, abilities, and motivation as factors influencing an individual's performance in online idea contests. The research model presented in figure 1 provides an overview of the relationships we propose and test in this paper. It accounts for the main effects of enjoyment (H1), professional experience (H2) and breadth of interest (H4) on the number of submitted solution ideas. It also investigates the joint effect of enjoyment and professional experience on the number of submitted solution ideas (H3). The subsequent sections will deal with each of these hypotheses in detail.

Figure 1. Research Model



### 2.1 Enjoyment

Literature on individuals' motives to perform a certain task generally differentiates between two types of motivation: intrinsic and extrinsic [17, 18]. While intrinsically motivated individuals become active because of the task itself, extrinsically motivated individuals see the task as a means to achieve goals such as status or monetary rewards that can be reached by performing a certain task [18]. Within the literature on open innovation communities, different motives for participating in and contributing to these communities have been found. These studies were able to show that intrinsic motivators such as a joyful, exciting or challenging task are perceived by participants as being more important for contributing than extrinsic motivators such as monetary rewards [e.g. 10, 16, 19, 20]. Specific attention has been devoted to the feeling of enjoyment when contributing and a number of studies have underlined the importance of this motive [10, 21-24]. Several studies confirm the notion that enjoyment positively influences contribution behavior. For instance, Lakhani and Wolf [20] found in their study on open source software (OSS) development that individuals experiencing high levels of enjoyment spend more hours working on development projects than others. In similar vein, Hertel, Hermann and Niedner [16] discovered that enjoyment positively influenced the number of accepted patches and lines of code in the Linux project.

Accordingly, we expect that enjoying the task of finding innovative solution ideas is an important predictor of the number of ideas a participant submits. To develop a valuable solution idea, participants need to spend time and effort in elaborating the solution idea. When participants do not enjoy this creative problem-solving process, they may be unlikely to show the necessary level of engagement and perseverance. Based on these considerations, we hypothesize the following:

H1: The level of enjoyment an individual experiences while contributing will be positively related to the number of submitted solution ideas.

### 2.2 Professional Experience

Empirical studies in organizational psychology have repeatedly shown that professional experience has a positive influence on job performance [e.g. 25, 26, 27]. Through prior experiences individuals acquire skills and knowledge that in turn increase job performance [28]. However, it is unclear whether this relationship can also be observed in online idea contests, as existing research in this field has paid only limited attention to this subject.

Nevertheless, by relying on two existing theories, the theory of identical elements and the theory of generalization, we expect to find a similar relationship in the context of online idea contests.

The theory of identical elements [29] argues that the transfer of pieces of knowledge from one context to another is possible due to identical elements in both. This ability to transfer knowledge between contexts is widely determined by the stock of existing knowledge since individuals tend to make use of knowledge already in their possession rather than searching for new information [30], when engaging in creative problem-solving. The importance of such knowledge transfers between different domains or contexts is underlined by the finding that they often lead to innovative ideas [31-33].

Similarly, the theory of generalization [34] proposes that higher levels of professional experience are associated with the acquisition of problem-solving skills and methods that, once learned, can be applied to a great variety of contexts as they are rather generic in nature. With increasing professional experience, individuals not only possess a higher knowledge stock of such procedures and methods but they are also capable of categorizing and recognizing similar problem types more easily and accessing the relevant solution procedures more rapidly [35].

To summarize, professional experience leads to an increased knowledge and facilitates the transfer and application of this knowledge to novel problems and situations. It is thus hypothesized that the more professional experience a user has, the more solution ideas he will post on the platform:

H2: An individual's professional experience will be positively related to the number of submitted solution ideas.

### 2.3 Enjoyment and Professional Experience

Coming to the interaction effect between enjoyment and professional experience, we expect to find a positive and therefore reinforcing effect on the number of submitted solution ideas. Studies in organizational behavior literature argue that it is not enough merely to possess the required abilities – in the form of experience, knowledge, and skills – but that an individual must also be motivated to apply these abilities to the task at hand. Consequently, performance is seen as a function of both the performers' ability and their motivation [12, 13]. Klehe and Anderson [13] have shown that there is a clear difference between one's ability to perform well (maximum performance) and the willingness to do so (typical performance). Furthermore, in creative work, abilities and motivation are argued to be important factors [36].

Overall, abilities and motivation can be seen as antecedents of performance in any task. The impact of each, however, may vary depending on the context of the task to be performed [13]. Idea contests are characterized by voluntary contributions to the development of new products and services. Consequently, as participants choose to contribute of their own free will, users must combine motivation and abilities in order to generate a high number of solution ideas. Participants who are not sufficiently motivated to engage in creative problem-solving will post fewer solution ideas or even remain inactive. Vice versa, a high level of motivation will not lead to an increased number of solution ideas if the participant does not have the required abilities [36]. Hence, participants who possess the necessary knowledge and skills, gained through professional experience, and who enjoy spending

time on creative problem-solving should come up with a higher number of solution ideas than other participants.

Accordingly, we expect the interaction effect of enjoyment and professional experience on the number of submitted solution ideas to be positive:

H3: The interaction of higher levels of professional experience and enjoyment will increase the number of submitted solution ideas.

### 2.4 Breadth of Interest

Literature on the psychology of interests distinguishes between individuals with broad or narrow interests [37]. The breadth of interest reflects "an intellectual curiosity about a diversity of topics" [38]. Jackson [38] conceptualized breadth of interest as one of 15 scales in the Jackson Personality Inventory – Revised. Similar to the Five-Factor Model [39], it is used for the assessment of an individual's traits. Although previous research on idea contests and crowdsourcing has so far paid little attention to breadth of interest as a factor influencing contribution behavior, we expect breadth of interest to be especially important when trying to come up with creative inputs for idea contests. Individuals interested in a broad range of topics and thus open to experience, encounter more concepts in different contexts than people with narrow interests. Consequently, they enrich their basis of associative linkages between multiple concepts and ideas in their mind [40]. The resulting broad associative basis can be seen as a source of creativity, as it facilitates both the generation of a high number of ideas and divergent thinking in the form of unusual, inventive, or remote associations. This notion is well supported by Mednick's theory of the associative basis of the creative process [14] and Guilford's model of divergent thinking [41]. Accordingly, we expect individuals with a broad interest to be in a better position to generate a high number of ideas in different contexts than people with narrow interests. A broader range of interests should inspire participants to explore different alternative solutions to a given problem, allowing them to generate a higher number of solution ideas.

We therefore consider the breadth of an individual's interest to be a predictor of the number of submitted solutions ideas, and hypothesize that:

H4: The individual's breadth of interest will be positively related to the number of submitted solution ideas.

## 3. METHODS

### 3.1 Empirical Setting

This study is based on an open innovation platform hosted by the Swiss start-up company Atizo. Atizo, founded by two business school graduates and a software engineer, brings together firms seeking outside help in creating ideas for innovative products or services and external actors with the willingness and skills to engage in these contests. Similarly to InnoCentive, Atizo acts as a virtual knowledge broker as it offers solution seeker firms the possibility of broadcasting idea contests to the members of its platform [8, 9, 42]. Atizo's open innovation platform currently consists of more than 8,000 registered members, and over 80 different idea contests have been held so far. Among the various idea contests posted on Atizo, for instance, is one from the German car and motorcycle manufacturer BMW, asking participants which unique and exciting features or services future customers would expect from their motorbikes. Another example



is a call for ideas on what kind of banking services a financial service company could offer to its private customers on smartphones. A more technical contest asked for ideas on how conventional mechanisms used to trigger emergency stops for conveyor bands could be substituted with alternatives less prone to accidental deployments. In total, more than 60 firms including telecommunication providers such as O<sub>2</sub> and Swisscom, clothing manufacturers such as Odlo or Mammüt, FMCG manufacturers such as P&G, or Wander, a subsidiary of Associated British Foods, have so far broadcast product and service development tasks on Atizo's platform.

The idea contests held on Atizo are usually open for submission for two months and promise monetary rewards of up to 5,000 Swiss francs. They are initiated by an open call to all registered members on Atizo. The participants then submit a description of their idea. The way solution ideas are presented to the seeker firm differs depending on the idea contest and the solution requirements defined by the broadcasting firm. Accordingly, the form of solution ideas submitted can range from rough descriptions of basic ideas by keywords to more detailed explanations including visualizations and/or details of technical concepts. Every submission contains only one solution idea, but members are allowed to submit several solution ideas to one contest. After the specified deadline has been reached, the public brainstorming session is closed and the solution ideas are evaluated by the seeker firm. The predefined prize money is then awarded to the most promising solution ideas.

This study investigates 33 different idea contests that were hosted by Atizo during the second half of 2008 and the first half of 2009. The idea contests held during this year cover a great variety of business sectors. In total, the cash rewards promised for these projects came to 83,500 Swiss francs.

### 3.2 Measures

*Enjoyment* was conceptualized as a reflective three-item scale capturing the enjoyment a participant derives from contributing to idea contests. For the development of the measure, we reviewed existing motivation measures from studies on OSS projects and other innovation-related platforms [10, 16, 19, 20, 43, 44]. The final measure captures the three aspects fun, interest and enjoyment in performing a task and is similar to the measure that was developed by Ghani and Deshpande [45]. The items were measured using a six-point Likert-type scale ranging from strongly disagree (1) to strongly agree (6). After having pre-tested the measure on 50 business administration students, we slightly changed the wording of the items in order to improve content validity and comprehensibility.

*Professional experience* captures how many years of professional experience a participant possesses. It was measured using data from the participants' profiles on the platform, in which they provided this information. This conceptualization of professional experience has been applied in several studies in organizational contexts [e.g. 25, 46].

*Breadth of interest* captures an individual's span of interest. This conceptualization is analogous to the trait breadth of interest, which is one of 15 scales in the Jackson Personality Inventory – Revised [38]. When registering on the Atizo platform, participants had to indicate their interests on a list of 174 areas of interest in nine different categories. To measure the breadth of interest, we computed the number of indicated interests.

For the endogenous variable *number of submitted solution ideas*, we measured how many solution ideas a participant submitted during the first twelve months after the official launch of Atizo in 2008 by assessing Atizo's server log files.

### 3.3 Data Collection and Sample Description

To avoid a potential common method bias, the research design is based on different data sources for the exogenous and endogenous variables in the model. We collected information on participants' motivation with an online questionnaire. The data on professional experience and breadth of interest was obtained from participants' individual profiles on the platform, and the number of submitted solution ideas was extracted via server log-file analysis.

The data collection started in 2008 and was divided into two phases. During the first phase, in the first half of 2008, we conducted an online survey of participants in a pilot operation of Atizo. A personalized link to the online questionnaire was sent via e-mail to all 288 participants, who were active within this time frame. A total of 209 responses were received. This equals a relatively high response rate of 72.6%. In the second phase, starting with the official introduction of Atizo in the second half of 2008, we collected data on the number of submitted solution ideas in the 33 idea contests that were broadcast in the following twelve months on the platform. Subsequently, we used the anonymized e-mail addresses of the participants as an identifier for matching the mentioned data with the information obtained from participants' profiles. Due to participants changing their e-mail addresses in their profile during the data collection process, we had to exclude 11 data sets that could not be unambiguously assigned. This resulted in an effective sample size of 198.

Table 1 shows the sample characteristics for gender, age, and education as well as the total number of submitted solution ideas.

**Table 1. Sample Characteristics**

	Sample (n=198)
Gender	19% female 81% male
Age (mean)	32 years
Education	52 % university degree
Number of submitted ideas	1,492

Our sample of platform participants consists of 19% female and 81% male respondents. These numbers are very similar to the gender distribution of all registered members of Atizo (21% female; 79% male). The respondents in our sample were on average 32 years old and 52% of them held a university degree. They submitted in total 1,492 solution ideas to the 33 idea contests we analyzed (see table 1).

## 4. RESULTS

To test the hypotheses, we used partial least square (PLS) structural equation modeling with the software SmartPLS 2.0 M3 [47]. The advantages of PLS include small required sample sizes, relatively soft distributional assumptions, reflective and formative measurements, and the modeling of direct, indirect and interaction effects [48]. PLS is therefore considered to be a suitable approach for this study. Although PLS estimates the model parameters by simultaneously assessing the measurement model and the

structural model [49], the results of a PLS model are presented in two steps. The first step involves the assessment of the reliability and validity of the measurement model. The second step includes the analysis and interpretation of the structural relationships.

#### 4.1 Measurement Model

For the assessment of the measurement model, we examined construct and indicator reliability as well as convergent and discriminant validity.

We assessed the reliability of the reflective motivational construct by examining the composite reliability (CR). This criterion assesses whether a given block of indicators is internally consistent [50, 48]. The threshold value of 0.7 should be exceeded in early stages of research processes and values above 0.8 or 0.9 are defined as satisfactory in more advanced stages of research [51]. A composite reliability for the variable enjoyment of 0.88 indicates a satisfactory level of construct reliability (see table 2).

The correlation between a construct and a manifest variable determines the indicator reliability. The standardized outer loadings should exceed the threshold of 0.707, indicating that more than 50% ( $0.707^2$ ) of an indicator's variance is due to the corresponding construct [52]. All indicators assigned to the variable enjoyment exceed this threshold (see table 2).

**Table 2. Construct Reliability and Item Wording**

	$\lambda$	t-value
<b>Enjoyment</b> (CR = 0.88; AVE = 0.71)		
Why do you participate in this open innovation platform?		
It is fun.	0.81	5.01
It is interesting.	0.79	5.02
It is enjoyable.	0.93	5.72

Convergent validity is assessed by analyzing the degree to which a set of indicators represent the same underlying construct. [53]. A threshold value of 0.5 for the average variance extracted (AVE) indicates that, on average, more than half the variance of the indicator is explained by the latent variable [54]. An AVE value of 0.71 signifies sufficient convergent validity for the reflective construct of enjoyment (see table 2).

Discriminant validity is a measure of the extent to which two conceptually different constructs diverge from one another. As our study design is primarily based on single-item measurements, we examined the correlation of constructs for the assessment of discriminant validity. The relatively low inter-construct correlations imply distinct and separate variables (see table 3).

**Table 3. Inter-construct Correlations<sup>a</sup>**

	1	2	3	4
1. Enjoyment	<i>0.84</i>			
2. Professional experience	0.02	<i>1.00</i>		
3. Breadth of interest	0.08	0.24	<i>1.00</i>	
4. Number of submitted solution ideas	0.14	0.16	0.39	<i>1.00</i>

<sup>a</sup> Italic numbers on the diagonal show the square root of the AVE.

In summary, all quality criteria for the reliability and validity of the measurement model are met. Hence, it can be used to test the structural model and the corresponding hypotheses.

#### 4.2 Hypotheses and Model Testing

As mentioned before, the second step in the evaluation of a PLS model focuses on the assessment of structural relationships. The interaction term between enjoyment and professional experience was formed by multiplying the standardized indicator values of the two exogenous variables. For the assessment of the significance of structural paths, t-values were calculated using a bootstrapping routine with 500 samples.

The predictive power of a PLS model is assessed by  $R^2$  values, where results of 0.19, 0.33 and 0.67 can be classified as weak, moderate and substantial [48]. The  $R^2$  for the number of submitted solution ideas is 0.21. Accordingly, our model explains an acceptable ratio of the variance in the endogenous variable.

Additionally, we calculated Cohen's  $f^2$  to assess the effect size of the interaction term.  $f^2$  values of 0.02, 0.15, and 0.35 can be interpreted respectively as small, medium and large effects [55].

Figure 2 shows the estimated standardized path coefficients and the corresponding levels of significance.

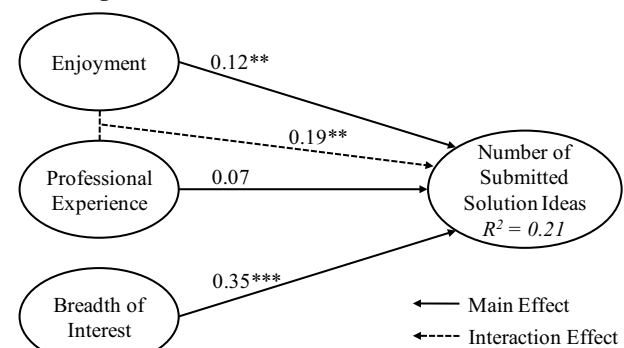
H1 suggested a positive relationship between enjoyment and the number of submitted solution ideas. H1 is supported as the path is positive and significant ( $\beta = 0.12$ ,  $p < 0.05$ ).

H2 predicted that professional experience has a positive association with the number of submitted solution ideas. We found a positive but not significant path coefficient ( $\beta = 0.07$ ,  $p > 0.1$ ). H2 is therefore not supported.

We argued in H3 for a positive interaction effect of enjoyment and professional experience on the number of submitted solution ideas. The combined path is positive and significant with weak to medium effect size ( $\beta = 0.19$ ,  $p < 0.05$ ,  $f^2 = 0.04$ ). Thus we find support for H3.

H4 proposed a positive association between the breadth of interest and the number of submitted solution ideas. We found support for H4 as the hypothesized path is positive and significant ( $\beta = 0.35$ ,  $p < 0.01$ ).

**Figure 2. Research Model with Path Coefficients<sup>a</sup>**



<sup>a</sup> n = 198; \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

## 5. DISCUSSION

With this study, we aimed to investigate how intrapersonal factors influence the number of submitted solution ideas in idea contests. The conceptualization of our model is twofold. Firstly, it builds on motivational theories [12, 13, 15, 36] by considering abilities and motivation. In accordance with these theories explaining human performance, we found that the combination of adequate abilities and sufficient motivation fosters a high number of submitted idea solutions. Secondly, we paid special attention to the breadth of interest and investigated its role in idea contests. Our findings show that individuals' breadth of interest enables participants to contribute frequently to idea contests.

The finding that enjoyment is an important predictor of the activity level in idea contests is in alignment with several studies investigating motives to participate in crowdsourcing activities [10, 16, 19, 20]. Individuals who enjoy coming up with new ideas and whose motivation thus lies in performing the task itself are more willing to spend time on the platform and to generate different and elaborated ideas [20]. As Shah and Kruglanski [56] pointed out, people who feel enjoyment in performing a task, i.e. are intrinsically motivated, derive a positive feeling when engaging in this task which may stem from an enhanced feeling of competence, autonomy, and self-expression.

Contrary to hypothesis 2, we did not find a significant effect of professional experience on the number of submitted solution ideas. However, our findings add evidence to the existence of an interaction effect between enjoyment and professional experience. Whereas enjoyment showed a positive and significant effect on its own, professional experience did not reach significance. This finding is consistent with motivation theories explaining an individual's performance by the interaction of one's abilities and motivation [12]. Participants are not only required to possess a sufficient stock of knowledge and experience, they also need the necessary level of motivation to apply this knowledge. Given the fact that users contribute to an idea contest on a voluntary basis, it seems reasonable that motivation is essential for activating an individual's abilities.

Finally, our findings show that the breadth of one's interest is the strongest predictor of the number of submitted solution ideas to an idea contest. This observation is in accordance with Simonton [40], who argued that having wide interests positively influences the creation of linkages between various concepts and ideas. A broad interest base prompts individuals to contribute a higher number of solution ideas, because they are able to create multiple associations between the idea contest's topic and concepts they have encountered when following their interests. The broad associative basis resulting from various interests is seen as a source of creativity [14]. The finding that breadth of interest has a stronger influence than knowledge in the form of professional experience on the number of submitted solution ideas may be explained by the setting of our study. Idea contests are primarily a means of benefiting from a participant's creativity, since participants are asked to pitch idea sketches and not to submit detailed concepts. This stands in contrast to innovation contests, where knowledge is much more important since participants are not only expected to generate inventive ideas but also to develop concepts describing the feasibility of the solution [57].

Summarizing our findings, this study contributes to the understanding of intrapersonal factors explaining an individual's contribution behavior in idea contests. By considering abilities

(professional experience) and motivation (enjoyment), our study is one of a few in this context [58, 59] taking up well-known and widely used psychological concepts explaining human performance as a function of skills and the willingness to use these skills. Additionally, by integrating breadth of interest, this study applies a personality trait to explain contribution performance that has received only marginal attention by the existing research on open innovation.

Future studies may further refine the measurement of activity in idea contests by investigating the quality of the submitted solution ideas. The quality of the submitted solution ideas can be seen as an important determinant of success or failure of platforms such as Atizo. In business, an idea must not only be original but must also be applicable and workable [36]. The most original idea may not be the most suitable for solving a problem encountered in a firm. An idea may not be realizable because of budget or resource constraints, it may not be interesting from an economic perspective, or it may simply not be marketable due to the lack of consumer need for such a product or service. Only when businesses are able to derive real value from idea contests, are they willing to spend money and time on finding new ideas by starting an idea contest. Additionally, further research could investigate whether the scope of crowdsourcing activities, i.e. idea contests or innovation contests, impacts on the relative importance of factors explaining contribution behavior. For instance, creativity is expected to be more important in idea contests since participants are only required to sketch ideas. Innovation contests, however, may require more profound knowledge on the subject of the innovation challenge because contributors are expected to deliver more detailed concepts. We therefore consider it worth investigating whether Amabile's [36] three factors determining creative problem-solving (expertise, creative thinking skills, and motivation) vary in their importance for different forms of crowdsourcing.

## 6. IMPLICATIONS

Idea contests, as offered by the open innovation platform Atizo, are an easily applicable and relatively inexpensive opportunity for firms to gain inputs for innovative products and services. For operators of similar innovation platforms or firms wanting to start their own online idea contest, we have the following practical implications.

As regards the intrinsic motivation of participants that stems primarily from the task of creative idea generation itself, we recommend designing an enjoyable and exciting online environment that is inspiring and allows intuitive navigation. This could be achieved, for example, by providing the participants with functions such as personalized start pages including feeds from favorite projects, individualization of profile sites, chat rooms, rating possibilities, comment function, etc.

With respect to the abilities of participants, operators of innovation platforms should consider the option of enabling collaborative problem-solving. This seems to be especially promising when contests require in-depth conceptual work. Participants could benefit from each others' abilities, i.e. their knowledge and professional experience, since the knowledge base an individual is able to draw from can be complemented by the knowledge of other participants. Furthermore, innovations are often created by tacit knowledge, i.e. knowledge that is embodied, implicit and therefore not easily accessible [60]. In order to access and benefit from such tacit knowledge, collaboration is of utmost

importance since interaction between individuals is a means of making tacit knowledge explicit [61]. To make tacit knowledge available to third persons or institutions, the creation of a context in which personal relationships and conversations can evolve is essential [62]. The concept of Ba, i.e. the idea of creating a place in which individuals share, create and apply knowledge, is especially promising in this context [63]. It involves a spiraling process in which interactions between explicit and tacit knowledge lead to the creation of new knowledge [64]. Such an environment comprises adequate resources (e.g. software that facilitates the division of innovation challenges into subtasks, communication among geographically dispersed persons), sufficient time to solve the contest at hand, encouragement (i.e. feedback from the seeker firm) and freedom from criticism (i.e. constructive feedback) [65].

According to the findings of our study, participants with broad interests are the most valuable in idea contests. As it seems not to be feasible to select participants by their breadth of interest, we recommend that providers of idea contests should facilitate the drawing of parallels and associations. A possible way of enlarging participants' associative basis on which new ideas are developed could be the creation of tag clouds. To foster the creation of truly innovative ideas, we recommend that platform operators should not highlight in the tag cloud those words that are mentioned the most – as is usually the case – but those that have been used only rarely. The concept of an inverted tag cloud seems to be a promising way of enriching the associative basis. This in turn should help individuals to come up with new, creative ideas by providing hints on how other concepts or domains could be applicable to the solution of the problem at hand.

## REFERENCES

- [1] Gassmann, O. and Enkel, E. 2006. Open Innovation. Die Öffnung des Innovationsprozesses erhöht das Innovationspotential. *Zeitschrift für Führung und Organisation* zfo, 75, 3 (2006), 132-138.
- [2] Surowiecki, J. 2005. *The Wisdom of Crowds: Why the Many Are Smarter Than the Few*. Abacus, London.
- [3] Jeppesen, L. B. and Frederiksen, L. 2006. Why Do Users Contribute to Firm-Hosted User Communities? The Case of Computer-Controlled Music Instruments. *Organization Science*, 17, 1 (2006), 45-63.
- [4] Fleming, L. and Waguespack, D. 2007. Brokerage, Boundary Spanning, and Leadership in Open Innovation Communities. *Organization Science*, 18, 2 (2007), 165-180.
- [5] Piller, F. T. and Walcher, D. 2006. Toolkits for Idea Competitions: A Novel Method to Integrate Users in New Product Development. *R&D Management*, 36, 3 (2006), 307-318.
- [6] Bullinger, A. C., Neyer, A.-K., Rass, M. and Moeslein, K. M. 2010. Community Based Innovation Contests: Where Competition Meets Cooperation. *Creativity and Innovation Management*, 19, 3 (2010), 290-303.
- [7] Füller, J., Matzler, K. and Hoppe, M. 2008. Brand Community Members as a Source of Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 25, 6 (2008), 608-619.
- [8] Verona, G., Prandelli, E. and Sawhney, M. 2006. Innovation and Virtual Environments: Towards Virtual Knowledge Brokers. *Organization Studies*, 27, 6 (2006), 765-788.
- [9] Jeppesen, L. B. and Lakhani, K. R. 2010. Marginality and Problem-Solving Effectiveness in Broadcast Search. *Organization Science*, published online before print February 22, DOI: 10.1287/orsc.1090.0491.
- [10] Füller, J. 2006. Why Consumers Engage in Virtual New Product Developments Initiated by Producers. *Advances in Consumer Research*, 33, 1 (2006), 639-646.
- [11] von Krogh, G. and von Hippel, E. 2006. The Promise of Research on Open Source Software. *Management Science*, 52, 7 (2006), 975-983.
- [12] Locke, E. A., Mento, A. J. and Katcher, B. L. 1978. The Interaction of Ability and Motivation in Performance: An Exploration of the Meaning of Moderators. *Persomel Psychology*, 31, 2 (1978), 269-280.
- [13] Klehe, U.-C. and Anderson, N. 2007. Working Hard and Working Smart: Motivation and Ability During Typical and Maximum Performance. *Journal of Applied Psychology*, 92, 4 (2007), 978-992.
- [14] Mednick, S. 1962. The Associative Basis of the Creative Process. *Psychological Review*, 69, 3 (1962), 220-232.
- [15] Campbell, J. 1990. Modeling the Performance Prediction Problem in Industrial and Organizational Psychology. M.D. Dunnette and L.M. Hough (Eds.): *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, Consulting Psychologists Press, Palo Alto, CA, 687-732.
- [16] Hertel, G., Niedner, S. and Herrmann, S. 2003. Motivation of Software Developers in Open Source Projects: An Internet-Based Survey of Contributors to the Linux Kernel. *Research Policy*, 32, 7 (2003), 1159-1177.
- [17] Amabile, T. M. 1993. What Does a Theory of Creativity Require? *Psychological Inquiry*, 4, 3 (1993), 179 -181.
- [18] Deci, E. 1972. Intrinsic Motivation, Extrinsic Reinforcement, and Inequity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 22, 1 (1972), 113-120.
- [19] Ghosh, R. A. 2005. Understanding Free Software Developers: Findings from the Floss Study. J. Feller, B. Fitzgerald, S. A. Hissam and K. R. Lakhani (Eds.): *Perspectives on Free and Open Source Software*, MIT Press, Cambridge, MA, 23-46.
- [20] Lakhani, K. and Wolf, R. 2003. Why Hackers Do What They Do: Understanding Motivation and Effort in Free/Open Source Software Projects. *MIT Press*, Boston.
- [21] Franke, N. and Shah, S. 2003. How Communities Support Innovative Activities: An Exploration of Assistance and Sharing among End-Users. *Research Policy*, 32, 1 (2003), 157-178.
- [22] Lakhani, K. and Hippel, E. v. 2003. How Open Source Software Works: "Free" User-to-User Assistance. *Research Policy*, 32, 6 (2003), 923-943.
- [23] Lüthje, C. 2004. Characteristics of Innovating Users in a Consumer Goods Field: An Empirical Study of Sport-Related Product Consumers. *Technovation*, 24, 9 (2004), 683-695.

- [24] Füller, J., Jawecki, G. and Mühlbacher, H. 2007. Innovation Creation by Online Basketball Communities. *Journal of Business Research*, 60, 1 (2007), 60-71.
- [25] McDaniel, M., Schmidt, F. and Hunter, J. 1988. Job Experience Correlates of Job Performance. *Journal of Applied Psychology*, 73, 2 (1988), 327-330.
- [26] McEnrue, M. P. 1988. Length of Experience and the Performance of Managers in the Establishment Phase of Their Careers. *Academy of Management Journal*, 31, 1 (1988), 175-185.
- [27] Quiñones, M. A., Ford, J. K. and Teachout, M. S. 1995. The Relationship between Work Experience and Job Performance: A Conceptual and Meta-Analytic Review. *Personnel Psychology*, 48, 4 (1995), 887-910.
- [28] Dokko, G., Wilk, S. L. and Rothbard, N. P. 2009. Unpacking Prior Experience: How Career History Affects Job Performance. *Organization Science*, 20, 1 (2009), 51-68.
- [29] Thorndike, E. and Woodworth, R. 1901. The Influence of Improvement in One Mental Function Upon the Efficiency of Other Functions. *Psychological Review*, 8, 3 (1901), 247-261.
- [30] Lühje, C., Herstatt, C. and von Hippel, E. 2005. User-Innovators and "Local" Information: The Case of Mountain Biking. *Research Policy*, 34, 6 (2005), 951-965.
- [31] Gentner, D. 1989. The Mechanisms of Analogical Learning. S. Vosniadou and A. Ortony (Eds.): *Similarity and Analogical Reasoning*, Cambridge University Press, Cambridge, 197-241.
- [32] Holyoak, K. 2005. Analogy. K. J. Holyoak and R. G. Morrison (Eds.): *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*, Cambridge University Press, New York, 117-142.
- [33] Holyoak, K., Gentner, D. and Kokinov, B. 2001. Introduction: The Place of Analogy in Cognition. K. J. H. D. Gentner and B. N. Kokinov (Eds.): *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, MIT Press, Cambridge, MA, 1-19.
- [34] Judd, C. 1908. The Relation of Special Training to General Intelligence. *Educational review*, 36, 1 (1908), 28-42.
- [35] Robertson, S. 2001. *Problem Solving*. Psychology Press Ltd., Hove, East Sussex UK.
- [36] Amabile, T. M. 1998. How to Kill Creativity. *Harvard Business Review*, 76, 5 (1998), 76-87.
- [37] Silvia, P. J. 2006. *Exploring the Psychology of Interest*. Oxford Press, New York.
- [38] Jackson, D. 1994. *Jackson Personality Inventory – Revised Manual*. Sigma Assessment Systems, Inc, Port Huron, MI.
- [39] Costa, P. and McCrae, R. 1992. *Professional Manual: Revised Neo Personality Inventory (Neo-Pi-R) and Neo Five-Factor Inventory (Neo-Ffi)*. Psychological Assessment Resources, Odessa, FL.
- [40] Simonton, D. 1999. *Origins of Genius: Darwinian Perspectives on Creativity*. Oxford University Press, New York.
- [41] Guilford, J. 1959. Three Faces of Intellect. *American Psychologist*, 14, 8 (1959), 469-479.
- [42] Sawhney, M., Prandelli, E. and Verona, G. 2003. The Power of Innomediation. *MIT Sloan Management Review*, 44, 2 (2003), 77-82.
- [43] Lakhani, K. R., Jeppesen, L. B., Lohse, P. A. and Panetta, J. A. 2006. The Value of Openness in Scientific Problem Solving. *Working Paper Harvard Business School*, Boston.
- [44] Hars, A. and Ou, S. 2002. Working for Free? Motivations for Participating in Open-Source Projects. *International Journal of Electronic Commerce* 6, 3 (2002), 25-39.
- [45] Ghani, J. and Deshpande, S. 1994. Task Characteristics and the Experience of Optimal Flow in Human-Computer Interaction. *The Journal of Psychology*, 128, 4 (1994), 381-391.
- [46] Giniger, S., Dispenzner, A. and Eisenberg, J. 1983. Age, Experience, and Performance on Speed and Skill Jobs in an Applied Setting. *Journal of Applied Psychology*, 68, 3 (1983), 469-475.
- [47] Ringle, C. M., Wende, S. and Will, A. 2006. *Smartpls 2.0 M3*. from [www.smartpls.de](http://www.smartpls.de).
- [48] Chin, W. W. 1998. The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. G. A. Marcoulides (Ed.): *Modern Methods for Business Research*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 295-336.
- [49] Wold, H. 1982. Systems under Indirect Observation Using Pls. *A Second Generation of Multivariate Analysis Methods*, 1 (1982), 325-347.
- [50] Werts, C., Linn, R. and Joreskog, K. 1974. Intraclass Reliability Estimates: Testing Structural Assumptions. *Educational and Psychological measurement*, 34, 1 (1974), 25-33.
- [51] Nunnally, J. C. and Bernstein, I. H. 1994. *Psychometric Theory*. McGraw-Hill, New York.
- [52] Hulland, J. 1999. Use of Partial Least Squares (PLS) in Strategic Management Research: A Review of Four Recent Studies. *Strategic Management Journal*, 20, 2 (1999), 195-204.
- [53] Henseler, J., Ringle, C. M. and Sinkovics, R. R. 2009. The Use of Partial Least Squares Path Modeling in International Marketing. *Advances in International Marketing*, 20 (2009), 277-319.
- [54] Chin, W. W. 2010. How to Write up and Report PLS Analyses. E. Vinzenzo, W. W. Chin, J. Henseler and H. Wang (Eds.): *Handbook of Partial Least Squares*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 655-690.
- [55] Cohen, J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, New York.
- [56] Shah, J. and Kruglanski, A. 2000. The Structure and Substance of Intrinsic Motivation. C. Sansone and J. Harackiewicz (Eds.): *Intrinsic and Extrinsic Motivation: The Search for Optimal Motivation and Performance*, Academic Press, San Diego, CA, 105-127.
- [57] Leimeister, J. M., Huber, M., Bretschneider, U. and Krcmar, H. 2009. Leveraging Crowdsourcing: Activation-

- Supporting Components for IT-Based Ideas Competition. *Journal of Management Information Systems*, 26, 1 (2009), 197-224.
- [58] Jeppesen, L. B. and Laursen, K. 2009. The Role of Lead Users in Knowledge Sharing. *Research Policy*, 38, 10 (2009), 1582-1589.
- [59] McLure Wasko, M. and Faraj, S. 2005. Why Should I Share? Examining Social Capital and Knowledge Contribution in Electronic Networks of Practice. *MIS Quarterly*, 29, 1 (2005), 35-57.
- [60] Polany, M. 1966. *The Tacit Dimension*. Routledge & Kegan Paul, London.
- [61] Von Krogh, G., Nonaka, I. and Nishiguchi, T. 2000. *Knowledge Creation: A Source of Value*. Palgrave Macmillan, New York.
- [62] Von Krogh, G., Ichij , K. and Nonaka, I. 2000. *Enabling Knowledge Creation: How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation*. Oxford University Press, New York.
- [63] Nonaka, I. and Noboru, K. 1998. The Concept of «Ba»: Building a Foundation for Knowledge Creation. *California Management Review*, 40, 3 (1998), 40-54.
- [64] Nonaka, I. 1994. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science*, 5, 1 (1994), 14-37.
- [65] Runco, M. 2004. Creativity. *Annual review of psychology*, 55, 1 (2004), 657–687.

# ZUR OPTIMALEN GRANULARITÄT VON IT-SERVICES – EINE ANALYSE RELEVANTER ÖKONOMISCHER EINFLUSSFAKTOREN

Bettina Friedl  
FIM Kernkompetenzzentrum  
Finanz- & Informationsmanagement  
Universität Augsburg  
86135 Augsburg  
+49 821 598 4875

[bettina.friedl@wiwi.uni-augsburg.de](mailto:bettina.friedl@wiwi.uni-augsburg.de)

## ZUSAMMENFASSUNG

Service-orientierte Architekturen haben in den letzten Jahren in vielen Branchen enorm an Bedeutung gewonnen. Unternehmen versprechen sich davon u. a. eine höhere Agilität der IT und daraus resultierend eine einfache und kostengünstige Integration neuer Funktionalitäten. Damit diese Vorteile einer SOA in der Praxis tatsächlich eintreten, müssen bei der Realisierung von IT-Services insbesondere die ökonomischen Konsequenzen unterschiedlicher Gestaltungsalternativen berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund fokussiert der Beitrag die Granularität von IT-Services, d. h. ihren Funktionsumfang, als eine wichtige Determinante für die Kosten und Ertragspotenziale aus dem Betrieb von IT-Services. Dabei werden einerseits wesentliche Einflussfaktoren auf die Granularität von IT-Services identifiziert und ihre ökonomische Wirkung diskutiert. Andererseits leitet der Beitrag konkrete Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis ab, die es hinsichtlich der künftigen Realisierung von IT-Services mit einer ökonomisch optimalen Granularität zu lösen gilt.

## Schlüsselwörter

IT-Service; Service-orientierte Architekturen; SOA; Bewertung von IT-Investitionen

## 1. EINLEITUNG

*Business process improvement, cost reduction* und *analytics* sind laut einer aktuellen Studie von Gartner Inc. in vielen Branchen die zentralen CIO-Themen der vergangenen Jahre [17]. Im Prozessmanagement sind dabei bislang insbesondere eine mangelnde Qualität vieler Geschäftsprozesse, ein zu hoher Koordinationsaufwand und unnötig hohe Prozesskosten beobachtbar [28]. Diese Probleme und die gleichzeitig steigenden Anforderungen an die

Flexibilität von Prozessen forcieren deren Automatisierung und Modularisierung [11] und – daraus resultierend – einen wachsenden Bedarf an IT-Unterstützung. In diesem Zusammenhang haben sich vor allem Service-orientierte Architekturen (SOA) etabliert, bei denen lose gekoppelte IT-Services einzelne Funktionalitäten kapseln und in immer neuen Zusammensetzungen interagieren. SOA bewirken eine im Gegensatz zu großen monolithischen IT-Anwendungen deutlich höhere Agilität der unternehmensinternen IT [13] und ermöglichen so eine einfache und kostengünstige Integration neuer Funktionalitäten [13], [19]. Daher ist die Weiterentwicklung ihrer IT-Architektur in Richtung SOA eines der zentralen Themen im IT-Management vieler Unternehmen [11]: Während im Jahr 2008 bereits 52 von 260 durch accenture weltweit befragte Unternehmen SOA nutzten, planten weitere 38% deren Einführung [1].

In diesen Aufwärtstrend der SOA fiel in den vergangenen Jahren die weltweite Wirtschaftskrise, in deren Folge IT-Budgets angesichts weitreichender Spar- und Konsolidierungszwänge oftmals drastisch gekürzt wurden [11]. Dabei wurden sowohl anstehende Projekte verschoben als auch weitere Maßnahmen zur Einsparung von Implementierungs-, Wartungs- und Lizenzkosten ergriffen [11]. Dementsprechend besteht in vielen Unternehmen ein erheblicher Nachholbedarf im Hinblick auf IT-Investitionen. Um die mittlerweile wieder leicht ansteigenden IT-Budgets zielgerichtet einsetzen zu können [12], müssen Unternehmen die ökonomischen Konsequenzen unterschiedlicher Alternativen für die Realisierung von IT-Investitionen sorgfältig prüfen. Dies gilt insbesondere für die Realisierung einer neuen Funktionalität im Rahmen einer SOA, wo i. d. R. erhebliche Spielräume hinsichtlich der Gestaltung der zugehörigen IT-Services bestehen.

Eine wesentliche Frage ist in diesem Zusammenhang die nach der richtigen Granularität von IT-Services. So konstatieren z. B. Patig und Wesenberg [36]: “[...] identifying stable application services *at the right granularity* before software development starts is even more important as identifying the wrong services can lead to extensive rework“ [36]. In der Literatur findet sich dementsprechend eine Vielzahl an Ansätzen zur Identifikation und Gestaltung von IT-Services, die u. a. auch Empfehlungen zur Granularität von IT-Services beinhalten [2], [30], [35], [43]. Diese konzentrieren sich allerdings auf die Diskussion der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Granularitäten. So betont Aier [2] die bessere Wiederverwendbarkeit kleinerer IT-Services, während Millard et al. [30] vor einem Over-Engineering hinsichtlich der Granularität von IT-Services und den damit einhergehenden Performanceeinbußen warnen. Die ökonomischen Auswirkungen

unterschiedlicher Granularitäten von IT-Services in Form von möglicherweise stark variierenden Kosten für die Implementierung und den Betrieb oder stark abweichenden Einsparpotenzialen aus der Wiederverwendung werden hingegen bislang weder in der Wissenschaft noch in der Praxis ausreichend thematisiert. Dieser Mangel an Transparenz bzgl. der ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Granularitäten führt dazu, dass die Güte einer Realisierung von IT-Services zur Integration einer neuen Funktionalität im Wesentlichen von den Erfahrungen und Fähigkeiten des zuständigen Entscheiders abhängt und damit faktisch vielfach zu ökonomisch suboptimalen Entscheidungen.

Ziel des Beitrags ist es daher, 1) wesentliche Einflussfaktoren auf die optimale Granularität von IT-Services zu identifizieren und 2) diese jeweils hinsichtlich ihrer ökonomischen Wirkung zu untersuchen. Darauf aufbauend diskutiert der Beitrag wesentliche Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis, die es zu bewältigen gilt, um bei der Integration einer neuen Funktionalität im Rahmen einer SOA das Ziel einer ökonomisch optimalen Granularität der IT-Services künftig besser zu erreichen.

Da in der Literatur bisher sehr unterschiedliche, z. T. abweichende Definitionen der Begriffe IT-Service und Granularität vorliegen, ist für diesen Beitrag zunächst eine entsprechende Präzisierung beider Begriffe erforderlich. Um die Wahrscheinlichkeit, relevante Einflussfaktoren zu vernachlässigen, möglichst gering zu halten, wird bei der Identifikation der Einflussfaktoren ein hybrides Vorgehen gewählt. Einerseits werden bestehende Arbeiten zur Gestaltung von IT-Services daraufhin untersucht, ob sie Einflussfaktoren auf die Granularität thematisieren. Andererseits werden die einzelnen Phasen des Softwareentwicklungsprozesses dahingehend analysiert, ob und, wenn ja, wie sich unterschiedliche Granularitäten von IT-Services hier auswirken. Durch dieses Vorgehen ist zum einen sichergestellt, dass der gesamte Lebenszyklus eines IT-Services in die Betrachtung einbezogen wird. Zum anderen wird dem Umstand Rechnung getragen, dass sich fachliche oder technische Vor- bzw. Nachteile unterschiedlicher Granularitäten auch ökonomisch auswirken können. Aufbauend auf diesen Vorarbeiten wird anschließend argumentativ die ökonomische Wirkung der einzelnen Einflussfaktoren hergeleitet sowie wesentliche Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis diskutiert (vgl. Wilde und Hess [42]).

Der verbleibende Beitrag gliedert sich wie folgt: In Kapitel 2 werden bestehende Beiträge zur Gestaltung von IT-Services analysiert, während in Kapitel 3 wesentliche Einflussfaktoren auf die Granularität von IT-Services identifiziert und in ihrer ökonomischen Wirkung diskutiert werden. In Kapitel 4 werden zentrale Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis aufgearbeitet, wohingegen in Kapitel 5 die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst werden und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt wird.

## 2. BISHERIGE ARBEITEN ZUR GRANULARITÄT VON IT-SERVICES

In der bestehenden wissenschaftlichen Literatur findet sich eine Vielzahl an Ansätzen zur Definition und Auslegung des Service-Begriffs [5], [10], [38]. Während in einer rein betriebswirtschaftlichen Sicht unter einem Service jede beliebige Dienstleistung subsummiert werden kann, handelt es sich aus technologischer Sicht bei einem Service i. d. R. um ein Software-Artefakt [10]. Aufgrund dieser Differenzen bzgl. der Interpretation eines Services ist eine Konkretisierung des zugrundeliegenden Serviceverständnisses notwendig. In Anlehnung an Arsanjani et al. [5],

Buhl et al. [10] und Heutschi et al. [20] gilt daher für diesen Beitrag:

*Ein IT-Service ist ein softwaretechnisch realisiertes Artefakt, wie z. B. ein Web Service, das einen bestimmten fachlichen Funktionsumfang – kurz Funktionalität – kapselt und in einem oder mehreren Geschäftsprozessen zur Bündelung und (teil-) automatisierten Abwicklung einer Folge von Aktivitäten Verwendung findet.*

Diese Definition verbindet die fachliche [23], [38] und die technische [3], [44] Perspektive auf IT-Services, so dass im Verständnis dieses Beitrags ein IT-Service eine fachlich relevante Funktionalität und ihre softwaretechnische Unterstützung kapselt. Ein IT-Service weist dabei insbesondere eine Servicebeschreibung und eine standardisierte Schnittstelle auf [5].

In den letzten 15 Jahren war die Identifikation und Gestaltung von IT-Services in Wissenschaft und Praxis Gegenstand intensiver Diskussionen. Nach Papazoglou und van den Heuvel [35] stehen Entscheidungsträger in diesem Zusammenhang insbesondere vor der Herausforderung “[...] of] identifying the right services, organizing them in a manageable hierarchy of composite services [...] and,] choreographing them together for supporting a business process” [35]. Hilfestellung bietet hierbei eine Reihe von Designprinzipien für IT-Services (vgl. z. B. [15], [20], [24]), die in die vier Kategorien *Schnittstellenorientierung*, *Bedarfsorientierung*, *Autonomie & Modularisierung* und *Interoperabilität* einteilbar sind [6], [20]. Dabei besteht insbesondere Einigkeit dahingehend, dass IT-Services so gestaltet werden müssen, dass ihre Wiederverwendbarkeit sichergestellt ist [15], [27]. Hierbei spielt u. a. die Granularität der IT-Services eine wesentliche Rolle [2], [16].

Tabelle 1 gibt einen Überblick über das Vorgehen und den Fokus bestehender Ansätze zur Gestaltung von IT-Services. Zudem wird kurz darauf eingegangen, ob diese Beiträge konkrete Vorgaben zur Granularität von IT-Services machen. Der Aufbau der Tabelle ist dabei an den der Tabelle in Krammer et al. [25] angelehnt. Die Identifikation relevanter Beiträge erfolgte mittels iterativer Rückwärtssuche in den Literaturverzeichnissen der einschlägigen Arbeiten in der Zeitschrift Wirtschaftsinformatik zwischen 1996 und 2010 sowie mittels Datenbanksuche mit den Stichwörtern *IT-Service Design* oder *IT-Service Gestaltung* in Titel oder Abstract. Aus der Fülle an bereits existierenden Arbeiten wurde angesichts des begrenzten Umfangs des vorliegenden Beitrags für Tabelle 1 lediglich ein kleiner Querschnitt an Zeitschriften- und Konferenzbeiträgen ausgewählt (vgl. z. B. [6], [7], [25] für eine ähnliche Fokussierung). Die Auswahl erfolgte dabei nach der Maßgabe, dass einerseits möglichst unterschiedliche Vorgehensweisen für die Identifikation und Gestaltung von IT-Services und andererseits möglichst viele Arbeiten, die die Granularität von IT-Services diskutieren, einbezogen werden sollten.

Wie Tabelle 1 zeigt wählen die meisten Autoren eine Kombination von Top-Down und Bottom-Up-Elementen, um so durch systematische Dekomposition von Geschäftsprozessen bzw. anderen Geschäftsobjekten geeignete IT-Services zu identifizieren und gleichzeitig mit bestehenden IT-Applikationen abzugleichen. Dabei besteht überwiegend ein fachlicher und z. T. ein technischer Fokus, während ökonomische Aspekte bislang nicht betrachtet werden. Dementsprechend ist auch die Granularität von IT-Services – wenn überhaupt explizit thematisiert – i. d. R. fachlich motiviert. Bei Top-Down Ansätzen ergibt sich die Granularität oftmals implizit in Abhängigkeit der gewählten Zerlegungstiefe.



**Tabelle 1: Überblick über Vorgaben zur Granularität von IT-Services in bisherigen Ansätzen zur Gestaltung von IT-Services (in Anlehnung an Krammer et al. [25])**

Autor	Inhalt	Vorgehensweise	Vorgaben zur Granularität	Fokus
Aier [2]	Auf der Graphentheorie basierendes Verfahren zur Identifikation von IT-Services	Top-Down Ansatz: Automatisiertes Clustering der Elemente eines Enterprise Modells = Graph aller Geschäftsprozesse und IT Systeme sowie der zugehörigen Interaktionen	Granularität ist abhängig von der gewählten Parametrisierung	Fachlich
Arsanjani [4] Arsanjani et al. [5]	SOMA-Ansatz zum Design und zur softwaretechnischen Umsetzung einer SOA	Top-Down und Bottom-Up: Analyse von Geschäftszielen bzw. Geschäftsdomänen sowie bestehender IT-Applikationen	Keine konkreten Vorgaben	Fachlich, z. T. technisch
Erradi et al. [16]	Framework zum Design und zur softwaretechnischen Umsetzung einer SOA	Top-Down und Bottom-Up: Dekomposition des Unternehmens in Produkte, Kanäle, Geschäftsprozesse und -aktivitäten und Use-Cases sowie Analyse bestehender IT-Applikationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Granularität ist so zu wählen, dass die Wiederverwendung der einzelnen Services maximal ist</li> <li>Vorgabe von Designprinzipien zur Sicherstellung einer passenden Granularität von IT-Services</li> </ul>	Fachlich, z. T. technisch
Klose et al. [23]	Verfahren zur Identifikation von IT-Services	Top-Down Ansatz: Bewertung von Funktionen auf Basis ihres Outsourcing-Potenzials und der Sichtbarkeit durch den Kunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine konkreten Vorgaben</li> <li>Granularität im Ausblick als offene Forschungsfrage genannt</li> </ul>	Fachlich
Millard et al. [30]	Use-Cases-basiertes Verfahren zur Identifikation von Web-Services	Top-Down Ansatz: Ableitung von Service Responsibility und Collaboration Beschreibungen aus Szenario-basierten Use-Cases	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diskussion der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Granularität</li> <li>Warnung vor einem zu feingranularem Design von IT-Services</li> </ul>	Fachlich
Offermann [34]	Service-orientierte Konzeption von Software	Top-Down und Bottom-Up: Systematische Analyse der Anforderungen des Unternehmens und bestehender IT-Applikationen	Keine konkreten Vorgaben	Fachlich
Papazoglou und van den Heuvel [35]	Gesamtlebenszyklus für Service-orientiertes Design und Entwicklung von Prozessen und IT-Services	Top-Down und Bottom-Up: Analyse des Geschäftsmodells und bestehender IT-Applikationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diskussion der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Granularität</li> <li>Empfehlung zur Realisierung grobgranularer IT-Services, die den gesamten Geschäftsprozess umfassen</li> </ul>	Fachlich, z. T. technisch
Quartel et al. [37]	Verfahren zum Service-orientierten Design auf Basis der Interaction System Design Language	Top-Down Ansatz: Analyse von Geschäftsprozessen	Keine konkreten Vorgaben	Fachlich
Schelp und Winter [39]	Untersuchung der Übertragbarkeit der Entwurfsprinzipien konventioneller Anwendungssysteme auf Enterprise Services	Bottom-Up Ansatz: Analyse und Gruppierung der Beziehungen zwischen Kernleistungsprozessen, Datenobjekten und Funktionen	Keine konkreten Vorgaben	Fachlich
Winkler [43]	Verfahren zur Identifikation und zum Design sowie zur softwaretechnischen Umsetzung von IT-Services	Top-Down Ansatz: Schrittweise Zerlegung von Aktivitätsdiagrammen und Analyse der Verwendungshäufigkeiten von Funktionalitäten	Granularität bestimmt sich aus der gewählten Zerlegungstiefe	Fachlich
Zhang et al. [44]	Verfahren zur Umwandlung bestehender Softwarekomponenten in Web-Services	Top-Down und Bottom-Up: Analyse bestehender IT-Applikationen und der Anforderungen einer Anwendungsdomäne	Durchführung von Rationalisierungs- und Konsolidierungsmaßnahmen um grobgranulare, unabhängige Web-Services zu erhalten	Technisch, z. T. fachlich

Je nachdem, wie weit der Entscheider bei der Dekomposition der betrachteten Geschäftsobjekte detailliert, resultieren eher grob- oder feingranulare IT-Services [39]. Eine explizite Diskussion der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Granularitäten von IT-

Services erfolgt hingegen nur in wenigen Arbeiten [2], [16], [30], [35]. Dabei sieht Aier [2] den wesentlichen Vorteil eines feingranularen Designs in der höheren Wiederverwendbarkeit der einzelnen IT-Services. Allerdings steigt damit gleichzeitig die

Komplexität des unternehmensinternen Portfolios an IT-Services. Dies kann im Extremfall dazu führen, dass zwar wiederverwendbare IT-Services existieren, diese aber nicht auffindbar sind [2]. Darüber hinaus attestieren Papazoglou und van den Heuvel [35] feingranularen IT-Services eine geringe „business-process usefulness“ [35] und betonen die damit einhergehenden Nachteile im Hinblick auf die Performance und die Fehlerbehebung: Bei einem feingranularen Design von IT-Services müssen zur Realisierung eines bestimmten Funktionsumfangs relativ viele IT-Services komponiert werden. Dies resultiert in einem hohen Datenaufkommen, selbst wenn pro Schnittstelle jeweils nur wenige Daten ausgetauscht werden müssen. Daher empfehlen die Autoren grobgranulare IT-Services, so dass im Idealfall eine eins-zu-eins-Beziehung zwischen Geschäftsprozessen und den zugehörigen IT-Services besteht [35]. Millard et al. [30] warnen ebenfalls vor einem Over-Engineering im Hinblick auf die Granularität von IT-Services und den damit einhergehenden Performanceeinbußen. Sie sehen zudem das Problem, dass bei einem zu feingranularen Design von IT-Services erwartete Nutzenpotenziale in Form einer höheren Wiederverwendung und einer leichteren Erweiterbarkeit von IT-Services aufgrund einer oftmals zu starken Kopplung vieler kleiner IT-Services nicht realisiert werden können [30]. Für Erradi et al. [16] hingegen ist die Maximierung der Wiederverwendung oberste Leitlinie bei der Festlegung der Granularität von IT-Services. Sie geben dem Entscheider daher in ihrem Beitrag eine Reihe von qualitativen Designprinzipien an die Hand, die eine hierfür optimale Granularität sicherstellen sollen [16].

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nur ein Teil der bisher existierenden Beiträge zur Gestaltung von IT-Services das Problem der Bestimmung der optimalen Granularität von IT-Services expliziert. Allerdings diskutieren diese Arbeiten die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Granularitäten von IT-Services im Hinblick auf die Schnittstellenkomplexität, den Kompositionsaufwand, die Performance, die Wiederverwendbarkeit und die Fehlerbehebung ausnahmslos aus fachlicher bzw. technischer Perspektive. Eine Analyse der ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Granularitäten wird bisher nach Kenntnis des Autors nicht vorgenommen. Diese ist aber notwendig, um eine effiziente Allokation knapper finanzieller Mittel langfristig sicherzustellen. Vor diesem Hintergrund stellen sich im vorliegenden Beitrag die folgenden Forschungsfragen:

*Was sind die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Granularität von IT-Services und wie wirken sich diese ökonomisch aus?*

*Welche Herausforderungen gilt es in Wissenschaft und Praxis zu lösen, um die Identifikation und Realisierung von IT-Services mit ökonomisch optimaler Granularität künftig sicherstellen zu können?*

Die Beantwortung dieser Fragen erfolgt argumentativ-deduktiv [42]. Dabei beschränkt sich der Beitrag allerdings auf eine interne Sichtweise und unterstellt, dass es sich bei Provider und Nutzer eines IT-Services um ein und dasselbe Unternehmen handelt.

### 3. ZUR ÖKONOMISCH OPTIMALEN GRANULARITÄT VON IT-SERVICES

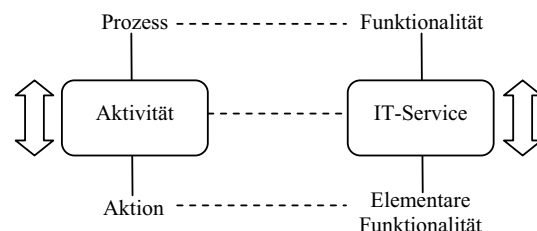
#### 3.1 Definition des Begriffs Granularität

Die Wahl der „richtigen“ Granularität wird vielfach als eine der zentralen Fragen bei der Gestaltung von IT-Services angesehen. Dabei liegt in der Mehrzahl der existierenden Arbeiten zum Design von IT-Services implizit die Vorstellung zu Grunde, dass

ein feingranularer IT-Service einen verhältnismäßig geringen Funktionsumfang umfasst während ein grobgranularer IT-Service einen verhältnismäßig großen Funktionsumfang bündelt [35]. Erradi et al. [16] erweitern dieses Verständnis von Granularität um die Aktivitäten an der Schnittstelle zwischen IT-Services und definieren die Granularität von IT-Services als „a combination of (1) the number of components that are invoked through a given operation on a service interface and (2) the number of resources' state changes like the number of database tables updated“ [16]. Allerdings verzichten die Autoren auf eine weitere Konkretisierung ihrer Definition. Griffel [18] unterscheidet die drei Maße *Anteil an der Anwendungssemantik*, *Umfang der Schnittstelle* und *Größe des einsatzfähigen Codes* für die Granularität von Komponenten. Angelehnt an diese Überlegungen gilt daher für diesen Beitrag in Übereinstimmung z. B. mit Boerner und Goeken [7]:

*Die Granularität stellt ein relatives Maß für den Funktionsumfang eines IT-Services dar. Sie ermöglicht einen Vergleich zweier IT-Services dahingehend, dass der feingranularer (grobgranularer) von zwei IT-Services einen geringeren (höheren) Funktionsumfang aufweist.*

Diese Definition der Granularität eines IT-Services wird wie folgt konkretisiert (vgl. Braunwarth und Friedl [8]): Ein IT-Service im Verständnis dieses Beitrags dient der Bereitstellung einer definierten Funktionalität zur Bündelung und (teil-)automatisierten Abwicklung von Aktivitäten eines Geschäftsprozesses. Diese Aktivitäten können dabei in mehrere, nicht weiter teilbare Aktionen (inkl. der zugehörigen Kontroll- und Datenflüsse) zerlegt werden [32], [33]. In Analogie dazu kann auch eine definierte Funktionalität  $F$  in mehrere, aus fachlicher Sicht nicht weiter sinnvoll teilbare, *elementare Funktionalitäten*  $F_1, \dots, F_G$  ( $G \in \mathbb{N}$ ) zerlegt werden (vgl. Schelp und Winter [38]). Abbildung 1 illustriert diese Analogie zwischen Aktionen und elementaren Funktionalitäten bzw. Aktivitäten und IT-Services.



**Abbildung 1: Analogie zwischen Aktivitäten und IT-Services (vgl. Braunwarth und Friedl [8])**

Bei der Gestaltung von IT-Services zur Realisierung einer definierten Funktionalität  $F$  gilt es daher, eine Entscheidung dahingehend zu treffen, wie viele und welche IT-Services  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) zur Realisierung einer Funktionalität  $F$  implementiert werden sollen bzw. dual formuliert, wie viele und welche elementaren Funktionalitäten in einem IT-Service zusammengefasst werden sollen. Dabei besteht der eine Extremfall darin, für jede elementare Funktionalität  $F_j$  ( $j \in \{1, \dots, G\}$ ) einen eigenen IT-Service  $S_j$  ( $j \in \{1, \dots, G\}$ ) und damit insgesamt  $G$  IT-Services zu realisieren. Der andere Extremfall besteht darin, lediglich einen IT-Service  $S_1$  zu realisieren, der die gesamte Funktionalität  $F$  bündelt. Im Folgenden wird eine konkrete Implementierung  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) von IT-Services zur Realisierung einer definierten Funktionalität  $F$  auch als *Zuschnitt von IT-Services* bezeichnet.

Als Hilfsgröße für die Granularität eines IT-Services  $S_i$  kann im vorgestellten Bezugsrahmen die Anzahl  $a_i \in \{1, \dots, G\}$  der in  $S_i$  zusammengefassten elementaren Funktionalitäten  $F_{i_1}, \dots, F_{i_{a_i}}$  dienen. Dabei ist ein IT-Service  $S_i$  umso feingranularer je weniger elementare Funktionalitäten er enthält, d. h. je kleiner  $a_i$  ist. Vergleicht man zwei verschiedene IT-Services  $S_1$  und  $S_2$  auf dieser Basis so ist  $S_1$  genau dann feingranularer (grobgranularer) als  $S_2$ , wenn gilt:  $a_1 < a_2$  ( $a_1 > a_2$ ). Im Folgenden werden auch ganze Zuschnitte  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) von IT-Services hinsichtlich ihrer Granularität verglichen. Dem liegt folgende Überlegung zu Grunde: Je mehr IT-Services ein Zuschnitt enthält, desto kleiner ist tendenziell der Funktionsumfang jedes einzelnen IT-Services. Dies liegt darin begründet, dass ein Zuschnitt der Realisierung einer definierten Funktionalität  $F$  dient und daher alle elementaren Funktionalitäten in genau einem IT-Service enthalten sein müssen. Damit kann die Anzahl  $g \in \{1, \dots, G\}$  der IT-Services in einem Zuschnitt  $S_1, \dots, S_g$  als Indikator für die Granularität herangezogen werden. Vergleich man zwei Zuschnitte  $S_1, \dots, S_{g_S}$  und  $T_1, \dots, T_{g_T}$  so ist  $S_1, \dots, S_{g_S}$  genau dann feingranularer (grobgranularer) als  $T_1, \dots, T_{g_T}$ , wenn gilt:  $g_S > g_T$  ( $g_S < g_T$ ).

Für die weitere Argumentation ist Folgendes zu beachten: Bei den Attributen feingranular und grobgranular handelt es sich nicht um eine absolute Klassifikation von IT-Services oder Zuschnitten sondern vielmehr um eine relative Einordnung zum Vergleich unterschiedlicher IT-Services oder Zuschnitte. Diese wird in Abschnitt 3.2 verwendet, um die Wirkung der verschiedenen Einflussfaktoren auf die mit der Implementierung und dem Betrieb von IT-Services einhergehenden Ein- und Auszahlungen zu ermitteln. In diesem Zusammenhang ist beispielsweise die Aussage, dass ein Einflussfaktor einen feingranularen (grobgranularen) Zuschnitt von IT-Services begünstigt, folgendermaßen zu interpretieren: Vergleicht ein Entscheider zwei verschiedene Zuschnitte von IT-Services, so wird er bei einer Entscheidung auf Basis des betrachteten Einflussfaktors den Zuschnitt mit der größeren (geringeren) Anzahl an IT-Services wählen.

### 3.2 Einflussfaktoren auf die ökonomisch optimale Granularität von IT-Services

Zur Identifikation der wesentlichen Einflussfaktoren auf die Granularität von IT-Services wird ein hybrides Vorgehen gewählt. Einerseits ergeben sich bereits aus der Diskussion in Kapitel 2 eine Reihe von Faktoren, welche die Festlegung der Granularität von IT-Services aus fachlicher oder technischer Sicht beeinflussen, und daher im Hinblick auf ihre ökonomische Wirkung untersucht werden sollten. Dies sind die Komplexität der Schnittstelle von IT-Services, der Aufwand für ihre Komposition, die Performance von IT-Services, die Wiederverwendbarkeit von IT-Services und der Aufwand zur Behebung von Fehlern in IT-Services. Andererseits spielt die Granularität von IT-Services in fast allen Phasen des Softwarelebenszyklus (vgl. Abbildung 2) eine wichtige Rolle. Alleine die Anforderungsdefinition kann unabhängig von der Granularität der IT-Services vorgenommen werden. In allen anderen Phasen ist die Granularität dagegen insofern relevant als dass bei unterschiedlicher Granularität zur Realisierung einer bestimmten Funktionalität  $F$  unterschiedlich viele IT-Services konzipiert, implementiert, getestet und gewartet werden müssen. Dies hat Auswirkungen auf die damit einhergehenden Kosten. Im laufenden Betrieb spielt in diesem Zusammenhang neben der Wartung und Fehlerbehebung insbesondere auch die Anpassung bestehender IT-Services aufgrund sich ändernder An-

forderungen an die Funktionalität  $F$  eine wichtige Rolle. Nicht entscheidungsrelevant sind hingegen einmalige Auszahlungen für die Einrichtung der notwendigen Infrastruktur zur Realisierung einer SOA (wie z. B. den Enterprise Service Bus, ein Service-Verzeichnis oder die notwendige Entwicklungsumgebung, etc.) sowie für den Aufbau des erforderlichen internen Know-hows (wie z. B. das Einarbeiten in Schnittstellenstandards, etc.), da diese Zahlungen unabhängig von der Granularität der IT-Services anfallen.

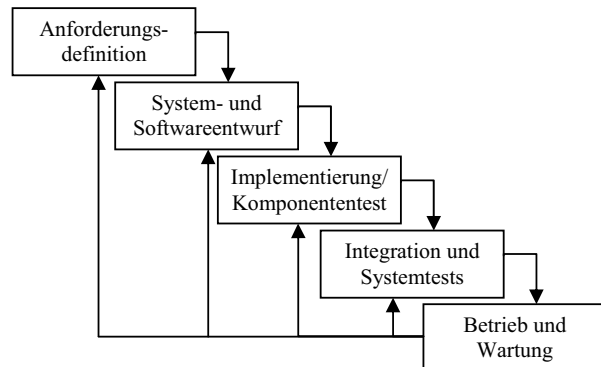


Abbildung 2: Der Softwarelebenszyklus im Wasserfallmodell (vgl. Sommerville [40], S. 97)

Die nun folgenden Ausführungen haben das Ziel, die identifizierten Einflussfaktoren auf die optimale Granularität von IT-Services in ihrer ökonomischen Wirkung zu diskutieren. Allerdings kann die Frage nach der optimalen Granularität von IT-Services nicht pauschal beantwortet werden. Bezugspunkt ist vielmehr stets die Realisierung einer neuen Funktionalität  $F$  (vgl. Griffel [18]). Dies bildet auch den Ausgangspunkt der folgenden Diskussion.

#### 3.2.1 Konzeptions- und Implementierungsaufwand

Die Kosten für die Konzeption, Implementierung und den Test eines Zuschnitts  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) von IT-Services zur Realisierung einer definierten Funktionalität  $F$  umfassen zwei Bestandteile: Zum einen fallen diese Kosten unabhängig vom konkreten Zuschnitt für die Funktionalität  $F$  als solche an. Zum anderen ist zusätzlich für jeden IT-Service die Konzeption, Implementierung und das Testen einer entsprechenden Schnittstelle erforderlich. Dementsprechend steigen diese Kosten für einen Zuschnitt  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) von IT-Services mit der Anzahl  $g$  der realisierten IT-Services an. Damit ist ein Zuschnitt  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) hinsichtlich des Konzeptions- und Implementierungsaufwands umso besser, je weniger IT-Services  $g \in \{1, \dots, G\}$  er umfasst.

#### 3.2.2 Schnittstellenkomplexität

Die Komplexität einer Schnittstelle und damit die Kosten für ihren Betrieb und ihre Wartung hängen u. a. davon ab, wie viel Information über eine Schnittstelle ausgetauscht wird. Hierfür gilt tendenziell der Zusammenhang „je mehr Funktionalität ein IT-Service zur Verfügung stellt, desto mehr Daten müssen ausgetauscht werden“ [38]. Zwar tragen SOA zusätzlich zu einer Standardisierung von Schnittstellen zwischen IT-Applikationen im Vergleich zu individuell implementierten Punkt-zu-Punkt-Koppelungen bei. Allerdings ist diese Stärkung der Standardisierung von Schnittstellen unabhängig von der Granularität der

realisierten IT-Services. Insgesamt gilt es im Hinblick auf die Schnittstellenkomplexität daher IT-Services  $S_i$  mit einem möglichst geringen Funktionsumfang  $a_i$  zu implementieren, da dies ökonomische Vorteile verspricht.

### 3.2.3 Kompositionsaufwand

Neben der Konzeption und Implementierung kann auch die Dokumentation und Bereitstellung von IT-Services in einem entsprechenden Service-Verzeichnis sowie ihre Komposition mittels standardisierter Sprachen wie z. B. WS-BPEL (Web Services-Business Process Execution Language) oder WS-CDL (Web Services-Choreography Description Language) erhebliche Kosten verursachen. Dabei sind aus ökonomischer Sicht sowohl der Aufwand für die Erstellung der notwendigen Dateien und Protokolle als auch der Aufwand für die Überwachung des reibungsfreien Ablaufs einer Komposition zu berücksichtigen. Für die Realisierung einer definierten Funktionalität  $F$  steigen diese Kosten mit der Anzahl  $g$  der implementierten IT-Services  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) an, da mehr IT-Services bereitgestellt und komponiert werden müssen. Im Gegensatz zur Schnittstellenkomplexität wirkt sich daher beim Kompositionsaufwand eine größere Anzahl  $g$  von IT-Services aus ökonomischer Sicht i. d. R. nachteilig aus.

### 3.2.4 Netzwerkauslastung / Performance

Für den Betrieb von IT-Services ist eine technische Infrastruktur erforderlich, welche die Ausführung und Kommunikation der einzelnen IT-Services ermöglicht. Während die Infrastruktur als solche unabhängig von der Granularität der implementierten IT-Services vorgehalten werden muss, ist die bereitzustellende Netzwerk- und Serverkapazität durchaus vom gewählten Zuschnitt  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) der IT-Services abhängig. Mit einer größeren Anzahl  $g$  an realisierten IT-Services ist auch eine größere Anzahl an Service-Aufrufen zur Realisierung einer definierten Funktionalität  $F$  erforderlich. Dies kann bei unzureichender Kapazität der unterstützenden IT-Infrastruktur zu einer merklichen Performanceverschlechterung führen [30]. Insbesondere bei zeitkritischen Anwendungen wie z. B. Trading-Systemen von Banken wirken sich solche Performanceprobleme i. d. R. negativ auf die Zufriedenheit der Nutzer eines IT-Services aus. Daraus resultieren bei kundennahen Anwendungen wie z. B. internetbasierten Customer-Self-Services oder den Beratungsapplikationen eines Finanzdienstleisters im Extremfall sowohl steigende Auszahlungen für das Beschwerdemanagement als auch sinkende Einzahlungen aus der weiteren Kundenbeziehung [21], [29], [31]. Um derartige Negativeffekte aufgrund unzureichender Netzwerk- und Serverkapazitäten zu vermeiden sind entsprechende Investitionen in die eigene IT-Infrastruktur oder On-Demand-Lösungen erforderlich, die eine akzeptable Performance der IT-Infrastruktur sicherstellen. Insgesamt bietet ähnlich wie beim Kompositionsaufwand ein Zuschnitt  $S_1, \dots, S_g$  ( $g \in \{1, \dots, G\}$ ) von IT-Services mit einer möglichst geringen Anzahl  $g$  an IT-Services aus ökonomischer Sicht Vorteile im Hinblick auf die Netzwerkauslastung und die resultierende Performance der IT-Services.

### 3.2.5 Wiederverwendbarkeit

Die Wiederverwendbarkeit von IT-Services stellt die zentrale Stärke einer SOA dar. Kann eine neu angeforderte Funktionalität  $F$  ganz oder in Teilen aus bereits existierenden IT-Services komponiert werden, dann können kosten- und zeitintensive Entwicklungsprojekte in ihrem Umfang mitunter drastisch reduziert werden. Dadurch können personelle wie technische Ressourcen,

die angesichts enger IT-Budgets ohnehin rar sind [12], eingespart oder anderweitig eingesetzt werden. Pro Zeit- und Ressourceneinheit lässt sich damit eine größere Anzahl an IT-Projekten zur Unterstützung weiterer Geschäftsprozesse realisieren. Dies wirkt sich i. d. R. wiederum positiv auf die Einzahlungen aus diesen Prozessen aus, da Fehler aus einer manuellen Bearbeitung sowie unnötig lange Wartezeiten vermieden werden können. Ob Einsparpotenziale und Einnahmesteigerungen in der Praxis allerdings tatsächlich realisiert werden können, hängt wesentlich von zwei Faktoren ab. Zum einen muss bei anderen Geschäftsprozessen oder -bereichen ein Bedarf nach einer bereits realisierten Funktionalität bestehen. Zum anderen muss sichergestellt sein, dass einmal implementierte IT-Services für andere Geschäftsprozesse oder -bereiche auffindbar und zugänglich sind. Hinsichtlich beider Faktoren hat die Granularität der IT-Services einen wesentlichen Einfluss. So ist das Wiederverwendungspotenzial eines IT-Services  $S_i$  i. d. R. umso größer, je kleiner sein Funktionsumfang  $a_i$  ist, da damit die Wahrscheinlichkeit steigt, dass er genau die von einem anderen Geschäftsprozess benötigte Funktionalität bereitstellt [2]. Allerdings steigt mit sinkendem Funktionsumfang pro IT-Service auch die Anzahl  $g$  der IT-Services, die zur Realisierung einer definierten Funktionalität  $F$  erforderlich sind, und damit die Komplexität des unternehmensweiten Portfolios an IT-Services [2], [38]. Damit wächst die Gefahr, dass zwar geeignete IT-Services existieren, diese aber nicht auffindbar sind [2]. Insbesondere besteht nur dann ein Anreiz, bereits implementierte IT-Services einzubinden, wenn die Kosten für das Suchen und Einbinden bestehender IT-Services geringer sind als die Kosten für eine Neuimplementierung. Damit ist die These „die Wiederverwendung eines IT-Services ist umso größer, je kleiner sein Funktionsumfang ist“ zu kurz gegriffen. Vielmehr wird die tatsächliche Wiederverwendung eines IT-Services mit abnehmendem Funktionsumfang zwar zunächst ansteigen, ab einem bestimmten Punkt allerdings aufgrund eines stark steigenden Aufwands für das Auffinden und Einbinden bestehender IT-Services wieder abnehmen. Dies hat Auswirkungen auf die mit der Wiederverwendung von IT-Services einhergehenden Einsparungen und muss bei der Gestaltung von IT-Services zwingend berücksichtigt werden.

### 3.2.6 Änderung von bestehenden IT-Services

Eng verbunden mit der Wiederverwendung von IT-Services ist die Problematik der Änderung einer implementierten Funktionalität, welche in der Praxis aufgrund sich dynamisch ändernder Marktanforderungen relativ häufig auftritt. In diesem Zusammenhang bietet die Realisierung von IT-Services mit einem eher kleinen Funktionsumfang aus ökonomischer Sicht wesentliche Vorteile. So sind die Kosten für die Umsetzung von Änderungen an bestehenden IT-Services bei Vorliegen vieler kleiner IT-Services tendenziell geringer. Statt einen großen IT-Service mit eher viel und ggf. unübersichtlichem Code zu ändern, ist es ausreichend, einen oder wenige kleine IT-Services anzupassen. Dadurch lassen sich die Implementierung und der Test der geänderten Funktionalität i. d. R. relativ aufwandsarm gestalten. Oftmals reicht es bei kleinen IT-Services im Falle einer Änderungsanforderung sogar aus, bestehende IT-Services in einer anderen Reihenfolge zu kombinieren [38]. Allerdings kann ähnlich wie bei der Wiederverwendung von IT-Services die Implementierung von zu kleinen IT-Services ökonomisch auch nachteilig sein. Da kleine IT-Services tendenziell öfter wiederverwendet werden, können hier im Falle einer Änderung enorme Abhängigkeiten zu anderen Geschäftsprozessen oder -bereichen auftreten. Dies resultiert viel-

fach in Zusatzkosten für die Beseitigung unerwünschter „Nebenwirkungen“ von Änderungen [38].

### 3.2.7 Fehlerbehebung

Im Rahmen der Softwareentwicklung werden sowohl bei der Neuentwicklung von Softwarekomponenten wie auch bei jeder Änderung umfangreiche Tests durchgeführt, um die Funktionsfähigkeit der entwickelten Software weitestgehend sicherzustellen. Dennoch treten in der Praxis vielfach Fehler im laufenden Betrieb auf, die im Rahmen von Nacharbeiten behoben werden müssen.<sup>1</sup> Ähnlich wie bei der Wiederverwendung von IT-Services ergibt sich auch hier ein differenziertes Bild inwiefern der Funktionsumfang eines IT-Services die Höhe der mit der Fehlerbehebung verbundenen Kosten beeinflusst: So sind im Hinblick auf die Lokalisierung des Fehlers IT-Services mit einem vergleichsweise großen Funktionsumfang von Vorteil. Hier sind nur wenige IT-Service zur Realisierung einer bestimmten Funktionalität  $F$  nötig. Damit ist das Zusammenspiel zwischen den einzelnen IT-Services und dem betrachteten Geschäftsprozess i. d. R. unmittelbar klar [35]. Dadurch kann die Fehlerquelle leichter identifiziert werden als bei einer Vielzahl vergleichsweise kleiner IT-Services. Zur Beseitigung des Fehlers ist die Änderung eines oder mehrerer IT-Services notwendig. Hier sind – wie in Abschnitt 3.2.6 diskutiert – IT-Services mit einem kleineren Funktionsumfang aus ökonomischer Sicht tendenziell vorteilhaft.

**Tabelle 2: Einflussfaktoren auf die Granularität von IT-Services**

Einflussfaktor	Spricht für...
Konzeptions- und Implementierungsaufwand	... grobgranulare IT-Services
Schnittstellenkomplexität	... feingranulare IT-Services
Kompositionsaufwand	... grobgranulare IT-Services
Netzverkauslastung / Performance	... grobgranulare IT-Services
Wiederverwendbarkeit	... tendenziell feingranulare IT-Services, aber nur bis zu einer bestimmten Grenze
Änderung von bestehenden IT-Services	... tendenziell feingranulare IT-Services, aber abhängig von deren Wiederverwendung
Fehlerbehebung - Fehleridentifikation - Fehlerbeseitigung	... grobgranulare IT-Services ... feingranulare IT-Services

Tabelle 2 gibt einen zusammenfassenden Überblick über alle in diesem Abschnitt diskutierten Einflussfaktoren auf die ökonomisch optimale Granularität von IT-Services. Dabei ist jeweils auch angegeben, ob der Einflussfaktor aus ökonomischer Sicht eher für eine grobgranulare oder feingranulare Gestaltung der IT-Services spricht. Insgesamt können die folgenden Erkenntnisse festhalten werden:

<sup>1</sup> Dieser Abschnitt fokussiert auf die Fehlerbehebung im laufenden Betrieb. Die Fehlerbehebung bei der Neuimplementierung oder Änderung von IT-Services während der regulären Testphasen vor der Freigabe einer Software ist in den Abschnitten 3.2.1 und 3.2.6 berücksichtigt.

1. Es gibt sowohl Einflussfaktoren wie z. B. den Kompositions- und Implementierungsaufwand, die eher grobgranulare IT-Services nahelegen, als auch solche wie z. B. die Wiederverwendbarkeit, die eher feingranulare IT-Services anraten.
2. Pauschalaussagen im Hinblick auf die optimale Granularität von IT-Services greifen aus ökonomischer Sicht daher in jedem Fall zu kurz.
3. Vielmehr ist bei der Realisierung einer neuen Funktionalität im Rahmen einer SOA hinsichtlich der Granularität eine detaillierte Analyse dahingehend notwendig, welchen Einflussfaktoren im jeweils betrachteten Einzelfall aus ökonomischer Sicht ein größeres Gewicht zukommt.

Aufbauend auf diesen Überlegungen werden im nächsten Kapitel Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis diskutiert, die es im Hinblick auf eine zukünftige Bestimmung und Realisierung von IT-Services mit einer ökonomisch optimalen Granularität zu lösen gilt.

## 4. HERAUSFORDERUNGEN FÜR WISSENSCHAFT UND PRAXIS

In Kapitel 3 wurde in einem ersten Schritt qualitativ diskutiert, wie sich unterschiedlich granulare Zuschnitte von IT-Services hinsichtlich einiger relevanter Einflussfaktors ökonomisch auswirken. Dabei war es Ziel, grundsätzlich für die Problematik variierender Ein- und Auszahlungen unterschiedlicher Granularitäten von IT-Services zu sensibilisieren. In der Praxis werden allerdings nicht alle sieben Faktoren gleich großen Einfluss auf die mit der Implementierung von IT-Services einhergehenden Zahlungen haben. So sind die Kosten für den Ausbau der IT-Infrastruktur zur Verbesserung der Performance aufgrund der relativ geringen Hardwarekosten im Vergleich zu den in der Praxis oftmals extrem hohen Aufwänden für die Konzeption und Implementierung von IT-Services vermutlich vernachlässigbar. Ebenso dürften die Einsparpotenziale aus der Wiederverwendung von IT-Services die Zusatzkosten für die Komposition von mehr IT-Services deutlich übersteigen, während eine Reduktion der Komplexität einer einzelnen Schnittstelle diese Zusatzkosten i. d. R. nicht rechtfertigen wird. Um diese Abwägung, welche Einflussfaktoren hinsichtlich der mit einem Zuschnitt einhergehenden Ein- und Auszahlungen mehr oder weniger relevant sind, grundlegend zu fundieren, ist aufbauend auf den Ergebnissen aus Kapitel 3 eine Quantifizierung der mit unterschiedlichen Granularitäten einhergehenden Zahlungen erforderlich. Neben der Erhebung der relevanten Zahlungen stehen Entscheidungsträger in der Praxis dabei insbesondere vor der Herausforderung einer gerechten Zurechnung von Zahlungen. Dabei sind die mit der Implementierung und dem Betrieb von IT-Services einhergehenden Kosten i. d. R. das geringere Problem. Hier kann entweder direkt das Verursachungsprinzip angewendet oder eine z. B. nach der Nutzungsintensität zentraler Ressourcen gewichtete Zurechnung vorgenommen werden. Einzahlungen hingegen resultieren oftmals nicht direkt aus einem IT-Service selbst, sondern aus den von ihm unterstützten Geschäftsprozessen. Künftige Forschungsarbeiten sollten sich daher intensiv mit der Frage beschäftigen, wie eine wechselseitig faire Aufteilung dieser Einzahlungen zwischen den unterstützenden IT-Services und der zugehörigen Fachfunktion aussehen kann.

Neben der Quantifizierung der ökonomischen Auswirkungen unterschiedlich granularer Zuschnitte von IT-Services bedarf es zudem der (Weiter-)Entwicklung von (existierenden) Ansätze zur Identifikation und Gestaltung von IT-Services dahingehend, dass

die ökonomischen Auswirkungen auch tatsächlich in den Entscheidungsprozess einbezogen werden [7]. Dabei ist zu beachten, dass bestehende Verfahren zur Identifikation und Gestaltung von IT-Services normalerweise nicht genau eine Empfehlung zur Realisierung einer neuen Funktionalität mittels IT-Services generieren, sondern i. d. R. mehrere fachlich und technisch sinnvolle Varianten ermitteln [5], [30]. Daher kann die Integration der ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Granularitäten im einfachsten Fall dadurch erreicht werden, dass die Erhebung der jeweiligen Zahlungswirkungen als zusätzlicher Schritt an bestehende Methoden zum Design von IT-Services angeschlossen wird. Hierbei können bekannte Verfahren der Investitionsrechnung [14], [26] zum Einsatz kommen wie ein erster Ansatz von vom Brocke et al. [41] zeigt. Die Autoren bewerten unterschiedliche Alternativen zur Realisierung einer neuen Funktionalität mittels IT-Services auf Basis der damit einhergehenden Ein- und Auszahlungen auf der Aktivitätsebene, der Infrastrukturebene und der Serviceebene. Allerdings erfolgt weder eine Differenzierung im Hinblick auf die Granularität der einzelnen IT-Services noch die Berücksichtigung der ökonomischen Potenziale aus der Wiederverwendung von IT-Services, welche aber – wie in Kapitel 3 diskutiert – ein wesentlicher Einflussfaktor im Hinblick auf die ökonomisch optimale Granularität von IT-Services sind. Diese naheliegende Angliederung der ökonomischen Bewertung unterschiedlicher Varianten zur Realisierung einer Funktionalität als weiteren Schritt an bestehende Methoden zur Identifikation und Gestaltung von IT-Services hat zudem den Nachteil, dass im Rahmen der fachlichen und technischen Vorselektion ökonomisch effiziente Varianten mitunter bereits vorab ausgeschlossen werden. Insofern sollten sich weitere Forschungsarbeiten der Entwicklung von Methoden und Vorgehensmodellen widmen, welche die ökonomische Dimension zu einem früheren Zeitpunkt in die Identifikation und Gestaltung von IT-Services integrieren. Zwar ist, wie z. B. von Braunwarth und Friedl [8] vorgeschlagen, ein all-possible-subset-Verfahren das alle technisch möglichen Zuschnitte von IT-Services auf ihre ökonomischen Auswirkungen hin analysiert, aus Aufwandsgründen auch nicht unbedingt erstrebenswert. Da eine frühzeitige Integration ökonomischer Überlegungen mitunter allerdings zu anderen, fachlich bzw. technisch sinnvollen Varianten führen kann, sollten künftige Forschungsarbeiten weitere Ansatzpunkte hierfür entwickeln.

Neben den bereits diskutierten Herausforderungen einer quantitativen Bewertung unterschiedlicher Granularitäten von IT-Services sowie der Integration dieser Bewertung in Methoden zur Identifikation und Gestaltung von IT-Services ergeben sich zwei weitere Probleme im Hinblick auf die Realisierung der ökonomisch optimalen Granularität von IT-Services. Einerseits fallen in der Praxis die Auszahlungen für die Konzeption und Implementierung von IT-Services und die Ein- und Auszahlungen aus ihrem Betrieb und ihrer Wiederverwendung zeitlich oftmals erheblich auseinander. Andererseits besteht zusätzlich mitunter die Problematik, dass es sich bei der Instanz, welche die erstmalige Realisierung einer Funktionalität beauftragt, und der Instanz, die von der Wiederverwendung von IT-Services finanziell profitiert, um unterschiedliche Abteilungen oder Bereiche handelt. Beide Herausforderungen gilt es zu lösen, um die ökonomisch optimale Granularität nicht nur theoretisch ermitteln, sondern auch praktisch realisieren zu können. Sie werden daher im Folgenden näher beleuchtet:

IT-Investitionen zeichnen sich vielfach dadurch aus, dass sie kurzfristig hohe Auszahlungen erfordern, während Kosteneinspar- und

Ertragspotentiale erst mittel- oder langfristig realisiert werden können [9], [22]. Dies trifft oftmals auch auf die IT-Services einer SOA zu und hat damit insbesondere Einfluss auf die Entscheidung über die Granularität von IT-Services. So fallen bei einer kurzfristig orientierten Bewertung der ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Zuschnitte von IT-Services hauptsächlich die Kosten für die Konzeption und Implementierung ins Gewicht. Um diese Auszahlungen zu minimieren bietet sich ein grobgranularer Zuschnitt von IT-Services an. Allerdings ergeben sich daraus wie in Kapitel 3 diskutiert Nachteile im Hinblick auf die Wiederverwendung von IT-Services. Im Extremfall kann ein grobgranularer Zuschnitt von IT-Services zudem eine ähnliche Granularität aufweisen wie monolithische IT-Anwendungen. Dies wirkt sich nachteilig auf die Agilität und Erweiterbarkeit der Anwendung aus und kann daher auf längere Sicht mit ökonomischen Nachteilen verbunden sein. Zur Beseitigung dieser Nachteile sollten sich künftige Forschungsarbeiten mit der Entwicklungen von Methoden zur langfristigen Bewertung von IT-Investitionen unter Berücksichtigung kurzfristiger Kosten beschäftigen.

Aus dem Umstand, dass es sich beim Auftraggeber für neue IT-Services und der Instanz, die von der späteren Wiederverwendung profitieren, vielfach um verschiedene Abteilungen oder Bereiche handelt, kann die folgende Anreiz-Problematik resultieren: Werden IT-Leistungen an den Auftraggeber verrechnet, so hat dieser aus ökonomischer Sicht häufig keinen Anreiz, IT-Services auf ihre künftige Wiederverwendbarkeit hin zu optimieren. Während ihm nämlich die Mehrkosten für kleinere – und damit leichter wiederverwendbare – IT-Services belastet werden, profitieren andere Abteilungen von der finanziellen Entlastung durch die Wiederverwendung bereits bestehender IT-Services. Zur Vermeidung derartiger Fehlanreize und der daraus resultierenden Nachteile für das Gesamtunternehmen, stehen Unternehmen vielfach vor der Herausforderung, Mechanismen für die faire Allokation von Einsparpotenzialen zu etablieren. Eine Möglichkeit hierfür besteht in der Einrichtung eines unternehmensinternen Marktplatzes für IT-Services, auf dem Abteilungen ihre IT-Services zur Wiederverwendung für andere Abteilungen anbieten können [7]. Der Vorteil des Anbieters besteht in der teilweisen Refinanzierung seiner Kosten für die Implementierung und den Betrieb der zur Wiederverwendung bereitgestellten IT-Services. Der Vorteil des Nachfragers besteht hingegen darin, dass er durch die Wiederverwendungen bereits bestehender IT-Services zeit- und kostenintensive Neuimplementierungen auf das unbedingt notwendige Maß reduzieren kann. Die Etablierung derartiger dezentraler Ausgleichsmechanismen ist je nach Unternehmenskultur jedoch oft mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Daher besteht eine andere Möglichkeit zur Beseitigung der dargestellten Anreiz-Problematik in der Schaffung eines zentralen Ausgleichs für die Implementierung wiederverwendbarer IT-Services.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass Wissenschaft und Praxis noch einige Herausforderungen bewältigen müssen, um bei der Gestaltung von IT-Services die im jeweiligen Einzelfall aus ökonomischer Sicht optimale Granularität sowohl bestimmen als auch in der betrieblichen Praxis durchsetzen zu können.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Beitrags war es, wesentliche Einflussfaktoren auf die optimale Granularität von IT-Services zu identifizieren und jeweils hinsichtlich ihrer ökonomischen Wirkung zu untersuchen. Dabei wurde für die Identifikation der Einflussfaktoren ein

hybrides Vorgehen gewählt: Einerseits wurden bestehende Ansätze zur Gestaltung von IT-Services daraufhin untersucht, ob sie Vorgaben zur Granularität von IT-Services machen. Andererseits wurde der Softwarelebenszyklus daraufhin untersucht, in welchen Phasen die Granularität von IT-Services eine Rolle spielt. Auf diese Weise konnten insgesamt sieben Einflussfaktoren auf die Granularität von IT-Services identifiziert werden. Die anschließende Diskussion der ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Granularitäten lieferte ein differenziertes Ergebnis: Während der Konzeptions-, Implementierungs- und Kompositionsaufwand sowie die Sicherung einer angemessenen Performance und Fehleridentifikation aus ökonomischer Sicht ein eher grobgranulares Design von IT-Services nahelegen, sprechen die Einsparpotenziale aus der Wiederverwendung sowie hinsichtlich der Schnittstellenkomplexität und der Aufwände für Änderungen und Fehlerbeseitigungen eher für ein feingranulares Design von IT-Services. Damit kann keine Pauschalaussage hinsichtlich der ökonomisch optimalen Granularität von IT-Services getroffen werden. Vielmehr gilt es genau zu analysieren, welche der diskutierten Einflussfaktoren im Einzelfall überwiegen. Aufbauend auf dieser Analyse thematisiert der Beitrag zusätzlich wesentliche Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis, die es im Hinblick auf die Realisierung einer ökonomisch optimalen Granularität zu bewältigen gilt.

Der vorliegende Beitrag weist folgende Limitationen auf, die in künftigen Forschungsarbeiten adressiert werden sollten:

1. Der Beitrag versucht durch ein hybrides Vorgehen die Wahrscheinlichkeit, relevante Einflussfaktoren zu vernachlässigen, möglichst gering zu halten, kann dies aber nicht vollständig ausschließen. Inhalt weiterführender Forschungsarbeiten sollte es daher sein, entweder fehlende Einflussfaktoren zu identifizieren oder Vollständigkeit hinsichtlich der diskutierten Einflussfaktoren nachzuweisen.
2. Die ökonomischen Auswirkungen unterschiedlich granularer IT-Services im Zusammenspiel mit den identifizierten Einflussfaktoren werden bisher rein argumentativ abgeleitet. Künftige Forschungsarbeiten sollten daher die Validität der entwickelten Wirkzusammenhänge mit Hilfe von Interviews, Fallstudien u. a. grundlegend überprüfen.
3. Die praktische Realisierung von IT-Services mit einer ökonomisch optimalen Granularität erfordert neben der Quantifizierung der relevanten Zahlungen insbesondere die Entwicklung von Steuerungsmechanismen zur Lösung potenzieller Fehlanreize aus einer dezentralen Organisationsstruktur. Künftige Forschungsarbeiten sollten sich daher insbesondere mit der Ausgestaltung von Verrechnungsmechanismen für die Wiederverwendung von IT-Services und mit der kurz- und langfristig integrierten Bewertung von IT-Investitionen befassen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass der vorliegende Beitrag trotz des diskutierten Verbesserungspotenzials eine valide Ausgangsbasis darstellt, um der theoretischen Bestimmung und der praktischen Realisierung einer ökonomisch optimalen Granularität künftig einen Schritt näher zu kommen.

## 6. DANKSAGUNG

Mein herzlicher Dank gilt Kathrin S. Braunwarth, die mich im Rahmen einer anderen Forschungsarbeit für das Themengebiet des Zuschnitts von IT-Services begeistert hat, sowie dem Meta-Gutachter und drei anonymen Gutachtern für wertvolle Hinweise zu diesem Beitrag.

## 7. LITERATUR

- [1] accenture 2008. *High Performance IT*. accenture.
- [2] Aier, S. 2006. How Clustering Enterprise Architectures helps to Design Service Oriented Architectures. In *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Services Computing* (Chicago, Illinois, USA, September 2006).
- [3] Albani, A., Keiblinger, A., Turowski, K., und Winnewisser, C. 2003. Identification and Modelling of Web Services for Inter-enterprise Collaboration Exemplified for the Domain of Strategic Supply Chain Development. In *Lecture Notes in Computer Science: On The Move to Meaningful Internet Systems 2003: CoopIS, DOA, and ODBASE*, R. Meersman, Z. Tari, und D.C. Schmidt, Ed. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [4] Arsanjani, A. 2004. Service-oriented modeling and architecture. DOI=<http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-soa-design1/>, Zugriff am 05.12.2010.
- [5] Arsanjani, A., Ghosh, S., Allam, A., Abdollah, T., Ganapathy, S. und Holley, K. 2008. SOMA: A method for developing service-oriented solutions. *IBM Systems Journal* 47, 3, 377-396.
- [6] Beverungen, D., Knackstedt, R. und Müller, O. 2008. Entwicklung Serviceorientierter Architekturen zur Integration von Produktion und Dienstleistung – Eine Konzeptionsmethode und ihre Anwendung am Beispiel des Recyclings elektronischer Geräte. *Wirtschaftsinformatik* 50, 3, 220-234.
- [7] Boerner, R. und Goeken, M. 2009. Identification of Business Services – Literature Review and Lessons Learned. In *Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems* (St. Francisco, USA, August 2009).
- [8] Braunwarth, K.S. und Friedl, B. 2010. Towards a Financially Optimal Design of IT Services. In *Proceedings of the 31th International Conference on Information Systems* (St. Louis, USA, Dezember 2010).
- [9] Brynjolfsson, E. und Hitt, L. 1996. Paradox Lost? Firm-level Evidence on the Returns to Information Systems. *Management Science* 42, 4 (April 1996), 541-558.
- [10] Buhl, H.U., Heinrich, B., Henneberger, M. und Krammer, A. 2008. Service Science. *Wirtschaftsinformatik* 50, 1, 60-65.
- [11] Capgemini 2009. *Studie IT-Trends 2009*. Capgemini Deutschland, Berlin, Frankfurt.
- [12] Capgemini 2010. *Studie IT-Trends 2010*. Capgemini Deutschland, Berlin, Frankfurt.
- [13] Choi, J., Nazareth, D.L. und Jain, H.K. 2010. Implementing Service-Oriented Architectures in Organizations. *JMIS* 26, 4, 253-286.
- [14] Copeland, T.E., Koller, T. und Murrin, J. 2002. *Unternehmenswert – Methoden und Strategien für eine Wertorientierte Unternehmensführung*. 3. Auflage, Campus Fachbuch, Frankfurt.
- [15] Erl, T. 2008. *Service-Oriented Architectures – Concepts, Technology, and Design*. 7. Auflage, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ (USA).
- [16] Erradi, A., Anand, S., und Kulkarni, N. 2006. SOAF: An Architectural Framework for Service Definition and Realization. In *Proceedings of the 2nd IEEE International*



*Conference on Services Computing* (Chicago, Illinois, USA, September 2006).

- [17] Gartner. 2010. *Leading in Times of Transition: The 2010 CIO Agenda*. Gartner Inc., Stamford, CT.
- [18] Griffel, F. 1998. *Componentware: Konzepte und Techniken eines Softwareparadigmas*. dpunkt, Heidelberg.
- [19] Hagel, J. 2002. Edging into Web Services. *McKinsey Quarterly* 4, 4, 29-37.
- [20] Heutschi, R., Legner, C. und Österle, H. 2006. Serviceorientierte Architekturen: Vom Konzept zum Einsatz in der Praxis. In *Lecture Notes in Informatics: Integration, Informationslogistik und Architektur*, J. Schelp, R. Winter, U. Frank, B. Rieger und K. Turowski, Ed. Köllen Verlag, Bonn.
- [21] Hirschman, A.O. 1990. *Exit, Voice and Loyalty: Responses to Decline in Firms, Organizations and States*. Harvard University Press, Cambridge (USA).
- [22] Kivijärvi, H. und Saarinen, T. 1995. SOS - Investment in information systems and the financial performance of the firm. *Information & Management* 28, 2, 143-163.
- [23] Klose, K., Knackstedt, R. und Beverungen, D. 2007. Identification of Services – A Stakeholder-Based Approach to SOA Development and Its Application in the Area of Production Planning. In *Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems* (St. Gallen, Schweiz, Juni 2007).
- [24] Krafzig, D., Banke, K. und Slama, D. 2007. *Enterprise SOA – Service-Oriented Architecture Best Practices*. 7. Auflage, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ (USA).
- [25] Krammer, A., Heinrich, B., Henneberger, M., Lautenbacher, F. 2008. Granularität von Services - Eine ökonomische Analyse. Diskussionspapier WI-245 am Kernkompetenz-zentrum Finanz- & Informationsmanagement, 08/2008.
- [26] Kruschwitz, L. und Husmann, S. 2009. *Finanzierung und Investition*. 6. Auflage, Oldenbourg Verlag, München.
- [27] Legner, C. und Heutschi, R. 2007: SOA Adoption in Practice - Findings from Early SOA Implementations. In *Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems* (St. Gallen, Schweiz, Juni 2007).
- [28] Loehe, J. und Legner, C. 2010. SOA Adoption in Business Networks – Does SOA live up to High Expectations? In *Proceedings of the 18th European Conference on Information Systems* (Pretoria, Südafrika, Juni 2010).
- [29] Maxham, J.G. und Netemeyer, R.G. 2003. Firms reap what they sow: The effects of shared values and perceived organizational justice on customers' evaluations of complaint handling. *Journal of Marketing* 67, 1, 46-62.
- [30] Millard, D.E., Howard, Y., Abbas, N., Davis, H.C., Gilbert, L., Wills, G.B. und Walters, R.J. 2009. Pragmatic web service design: An agile approach with the service responsibility and interaction design method. *CSRD* 24, 4, 173-184.
- [31] McCollough, M.A., Berry L.L. und Yadav, M.S. 2000. An Empirical Investigation of Customer Satisfaction after Service Failure and Recovery. *Journal of Service Research* 3, 2, 121-137.
- [32] Object Management Group 2005. *Unified Modeling Language: Superstructure*. DOI=<http://www.omg.org/spec/UML/2.3/Superstructure/PDF>, Zugriff am 05.12.2010.
- [33] Object Management Group 2006. *Unified Modeling Language: Infrastructure*. DOI=<http://www.omg.org/spec/UML/2.3/Infrastructure/PDF>, Zugriff am 05.12.2010.
- [34] Offermann, P. 2008. SOAM – Eine Methode zur Konzeption betrieblicher Software mit einer Serviceorientierten Architektur. *Wirtschaftsinformatik* 50, 6, 461-471.
- [35] Papazoglou, M.P. und van den Heuvel, W.-J. 2006. Service-Oriented Design and Development Methodology. *Int. J. of Web Engineering and Technology* 2, 4, 412-442.
- [36] Pating, S. und Wesenberg, H. 2009. Role of Process Modeling in Software Service Design. In *Lecture Notes in Computer Science: Service-Oriented Computing: Agents, Semantics, and Engineering*, R. Kowalczyk, Q.B. Vo, Z. Maamar und M. Huhns, Ed. Springer, Berlin Heidelberg, 420-428.
- [37] Quartel, D., Dijkman, R. und van Sinderen, M. 2004. Methodological Support for Service-oriented Design with ISDL. In *Proceedings of 2nd International Conference on Service Oriented Computing* (New York, USA, November 2004).
- [38] Schelp, J. und Winter, R. 2007. Towards a Methodology for Service Construction. In *Proceedings of 40th Hawaii International Conference on System Sciences* (Hawaii, USA, Januar 2007).
- [39] Schelp, J. und Winter, R. 2008. Entwurf von Anwendungssystemen und Entwurf von Enterprise Services – Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Wirtschaftsinformatik* 50, 1, 6-15.
- [40] Sommerville, I. 2007. *Software Engineering*. 8. Auflage Pearson Studium, München.
- [41] vom Brocke, J., Sonnenberg, C. und Simons, A. 2009. Value-oriented Information Systems Design: The Concept of Potentials Modeling and its Application to Service-oriented Architectures. *BISE* 1, 3, 223-233.
- [42] Wilde, T. und Hess, T. 2007. Forschungsmethodik der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 49, 4, 280-287.
- [43] Winkler, V. 2007. Identifikation und Gestaltung von Services. Vorgehen und beispielhafte Anwendung im Finanzdienstleistungsbereich. *Wirtschaftsinformatik* 49, 4, 257-266.
- [44] Zhang, Z., Liu, R. und Yang, H. 2005. Service Identification and Packaging in Service Oriented Reengineering. In *Proceedings of the 17th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE)*, (Taipei, Taiwan, Republic of China, Juli 2005).



# Langfristige versus periodische IT-Investitionsbewertung im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung

Dr. Björn Häckel  
Kernkompetenzzentrum Finanz- &  
Informationsmanagement der  
Universität Augsburg  
Universitätsstraße 12  
86135 Augsburg  
+49 821/598-4876

bjoern.haekkel@wiwi.uni-  
augsburg.de

Florian Hänsch  
Kernkompetenzzentrum Finanz- &  
Informationsmanagement der  
Universität Augsburg  
Universitätsstraße 12  
86135 Augsburg  
+49 821/598-4878

florian.haensch@wiwi.uni-  
augsburg.de

Vasko Isakovic  
Kernkompetenzzentrum Finanz- &  
Informationsmanagement der  
Universität Augsburg  
Universitätsstraße 12  
86135 Augsburg  
+49 821/598-4846

vasko.isakovic@wiwi.uni-  
augsburg.de

## ZUSAMMENFASSUNG

IT-Investitionen machen häufig einen sehr großen Anteil an den Investitionsausgaben einer Unternehmung aus und gelten darüber hinaus als besonders riskant. Bei der Bewertung von IT-Investitionen sollte deshalb deren Beitrag zur langfristigen und nachhaltigen Steigerung des Unternehmenswerts unter integrierten Ertrags- und Risikoaspekten berücksichtigt werden. Entgegen diesem Ziel der langfristigen Unternehmenswertsteigerung steht in der Unternehmenspraxis jedoch häufig eine kurzfristige Orientierung an periodischen Ergebnissen im Vordergrund. In der vorliegenden Arbeit wird anhand eines Optimierungsmodells eine langfristige und eine periodische Steuerung von IT-Investitionen verglichen. Es wird gezeigt, dass eine rein periodische IT-Investitionssteuerung aufgrund der Vernachlässigung intertemporaler Abhängigkeiten bei der Bewertung risikobehafteter IT-Investitionen zu langfristig suboptimalen Entscheidungen führt und dem Ziel einer langfristigen Steigerung des Unternehmenswerts nur unzureichend gerecht wird. Dieser Bewertungsfehler der periodischen Steuerung wird in der vorliegenden Arbeit als *Kosten der periodischen Steuerung* quantifiziert. Anhand eines praxisnahen Fallbeispiels wird der Einfluss zentraler Parameter auf die Kosten der periodischen Steuerung veranschaulicht.

## Stichworte

IT-Investitionsbewertung, Wertorientierte Unternehmenssteuerung, Ertrags- und Risikomanagement, langfristige versus periodische Unternehmenssteuerung

## 1 EINLEITUNG UND MOTIVATION

Aktuellen Studien zufolge können IT-Investitionen bis zu einem Viertel der jährlichen Gesamtausgaben eines Unternehmens ausmachen [35]. Bei Großbanken werden schätzungsweise bis zu 250 Millionen Euro pro Jahr für die Restrukturierung der Applikationslandschaft investiert [14]. Diese Zahlen verdeutlichen, dass eine spezifische Betrachtung des Beitrags von IT-Investitionen zur langfristigen und nachhaltigen Steigerung des Unternehmenswerts zwingend erforderlich ist. Folglich müssen bei der Bewertung von IT-Investitionen deren langfristigen Auswirkungen auf die Ertrags- und Risikoposition des IT-Portfolios sowie auf das gesamte Unternehmensportfolio berücksichtigt werden. Gleichzeitig ist jedoch zu beachten, dass IT-Investitionen aufgrund der häufig sehr hohen Anfangsauszahlungen und in der Regel erst deutlich später folgenden Einzahlungen auch einen signifikanten Einfluss auf die kurzfristige Ertrags- und Risikoposition haben können [20]. Sowohl in der langfristigen als auch der kurzfristigen Betrachtung kommt insbesondere der adäquaten Bewertung des Risikos von IT-Investitionen eine hohe Bedeutung zu, da Investitionen in IT-Projekte als besonders riskant gelten [7; 22]. So lassen die Ergebnisse einer empirischen Untersuchung von Dewan et al. (2007) darauf schließen, dass IT-Investitionen einen substantiell höheren Beitrag zum Gesamtrisiko der Unternehmung ausmachen als andere Investitionsarten [7]. Das hohe Risiko von IT-Investitionen zeigt sich unter anderem darin, dass nur circa 30% aller IT-Investitionen innerhalb der geplanten Zeit, des geplanten Budgets und mit den geplanten Funktionalitäten abgeschlossen werden. Des Weiteren erreichen in Deutschland über 50% der geplanten IT-Investitionen die geplanten Ziele nicht [33]. Wird das Risiko bei der Bewertung von IT-Investitionen nicht geeignet berücksichtigt, kommt es in der Regel zu einer systematischen Fehlbewertung von IT-Investitionen und somit zu einer Fehlallokation von Ressourcen [24]. Trotz der Tatsache, dass IT-Investitionen in der Regel besonders hohe Risiken bergen, ist das Risikomanagement von IT-Portfolios in Unternehmen häufig nur unzureichend: Nur 30% aller Unternehmen haben ein Risikomanagement für ihr IT-Portfolio implementiert [16], darüber hinaus vernachlässigen mehr als 50% der Unternehmen IT-Risiken in ihren Entscheidungsunterstützungs-Tools [6]. Gemäß dem IT-Governance Institute (2008) werden 20% aller IT-Investitionen verschwendet, was einer globalen Wertvernichtung in Höhe von 600 Milliarden US\$ entspricht [16]. Um eine adäquate Risikobe-

wertung von IT-Investitionen vornehmen zu können, muss zunächst das diesen zugrunde liegende Risiko näher charakterisiert werden. Grundlegend zeigt sich das Risiko von IT-Investitionen dahingehend, dass die aus diesen resultierenden positiven oder negativen Zahlungen eine sehr hohe Bandbreite aufweisen können und zugleich eine Prognose zum Investitionszeitpunkt äußerst schwierig ist. Gründe für die hohe Schwankung der Zahlungen sind insbesondere die zum Teil enorme Komplexität von IT-Investitionen sowie die Unsicherheit über ihre ökonomische Wirkung [7; 22]. Die Prognose wird dadurch erschwert, dass IT-Investitionen in der Regel einmalige, nicht vergleichbare Vorhaben sind und spezifische Risikoaspekte beinhalten, die beispielsweise in der Projektgröße und -art, der Vorgehensweise bei der Umsetzung, dem Management, den Projektmitarbeitern, et cetera begründet sein können [15]. Zusätzlich zu dieser grundlegenden Risikocharakterisierung sind IT-Investitionen insbesondere durch intertemporale Abhängigkeitsstrukturen gekennzeichnet. Diese können sowohl *innerhalb des Zahlungsstroms einer einzelnen IT-Investition* auftreten als auch zwischen *mehreren, insbesondere aufeinanderfolgenden IT-Investitionen*. Die Existenz intertemporaler Abhängigkeiten *innerhalb einer IT-Investition* liegt darin begründet, dass die zukünftigen stochastischen Zahlungsüberschüsse einer IT-Investition in der Regel gleichgerichtet auf externe oder investitionsspezifische Einflüsse und Entwicklungen reagieren. Daraus resultiert eine stochastische Abhängigkeit der einzelnen periodischen Zahlungsüberschüsse. Investiert eine Unternehmung beispielsweise in eine neue Beratungsapplikation zum Vertrieb ihrer Produkte, so wirken Designschwächen, welche die Akzeptanz der neuen Applikation durch die Vertriebsmitarbeiter sowie die Kundenzufriedenheit beeinträchtigen, gleichgerichtet auf alle durch die Investition zukünftig generierten periodischen Zahlungsüberschüsse. Intertemporale Abhängigkeiten *zwischen mehreren IT-Investitionen* bestehen zum Beispiel dann, wenn aufeinanderfolgende Software-Projekte getätigt werden, welche zum Teil auf die gleichen Anwendungssysteme und Prozesse zurückgreifen. In diesem Fall wirken sich mögliche Kapazitätsprobleme eines Prozesses auf alle diese Neuinvestitionen aus und die hieraus resultierenden Zahlungsüberschüsse sind folglich im Zeitablauf in der Regel stochastisch abhängig. Aus IT-Investitionen resultieren aufgrund dieser intertemporalen stochastischen Abhängigkeiten der Zahlungsüberschüsse somit zusätzliche Risiken, welche in der Bewertung Berücksichtigung finden sollten [3]. Die korrekte Bewertung intertemporaler Abhängigkeiten steht jedoch häufig im Widerspruch mit der starken Orientierung an Periodenergebnissen. Bedingt durch die Erwartungen der Shareholder und des Kapitalmarkts sowie die gestiegenen periodischen Offenlegungspflichten (beispielsweise durch die Einführung des KonTraG und des TransPuG) verfolgen viele Unternehmen das Ziel einer Optimierung der periodischen Ergebnisse. Zwar ist die Notwendigkeit periodischer Kennzahlen und der periodischen Berichterstattung zu Informationszwecken unstrittig, jedoch wird eine Unternehmenssteuerung mit einer reinen Ausrichtung auf optimale periodische Ergebnisse dem Ziel einer langfristigen und nachhaltigen Steigerung des Unternehmenswerts in der Regel nicht gerecht [13]. Insbesondere werden in einer rein periodisch orientierten Steuerung intertemporale Abhängigkeitsstrukturen nicht korrekt berücksichtigt. Um die Unterschiede zwischen einer langfristigen und einer periodischen Optimierung von IT-Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit im Rahmen einer integrierten Betrachtung von Ertrag und Risiko zu analysieren, werden in diesem Beitrag die folgenden Forschungsfragen untersucht:

- Wie kann der aus einer rein periodischen Optimierung im Vergleich zu einer langfristig orientierten Optimierung resultierende Bewertungsfehler quantifiziert werden?
- Welches Ausmaß nimmt dieser Fehler in Abhängigkeit unterschiedlicher Bewertungssituationen und Parameterkonstellationen an?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wird in Abschnitt 3 in einem modelltheoretischen Ansatz zunächst der aus einer periodischen Optimierung resultierende Bewertungsfehler quantifiziert. Anschließend wird anhand eines praxisnahen Fallbeispiels das mögliche Ausmaß dieses Bewertungsfehlers verdeutlicht. In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse zusammengefasst und Anknüpfungspunkte für weitergehende, zukünftige Forschung identifiziert und dargelegt.

## 2 LITERATUR

Wie einleitend bereits verdeutlicht wurde, bedarf es zur adäquaten Bewertung von IT-Investitionen geeigneter Methoden. Um einen Maßstab für die Analyse und Beurteilung bestehender Ansätze in der Literatur aufzustellen, werden im Folgenden in Anlehnung an Wehrmann et al. (2006) und Zimmermann (2008) zunächst vier Anforderungen an einen Bewertungsansatz von IT-Investitionen unter Ertrags-/Risikogesichtspunkten zugrunde gelegt [45; 48].

In diesem Beitrag soll eine neue IT-Investition anhand Ihres Wertbeitrages zur langfristigen Steigerung des Unternehmenswerts bewertet werden. Bei der Bestimmung des Unternehmenswerts gemäß der Zielsetzung einer wertorientierten Unternehmensführung wird in der Regel auf die stochastischen Zahlungsüberschüsse der Unternehmung abgestellt, da diese eine objektive, bewertungsunabhängige und vergleichbare Bewertung gewährleisten, was mittels buchhalterischer Größen (zum Beispiel dem Betriebsergebnis) nicht möglich ist [12; 34]. Daher sollte eine quantitative Bewertung von IT-Investitionen ebenso auf stochastischen Zahlungsüberschüssen aufbauen [19; 21] (*Anforderung A1*). Nur durch Zugrundelegung eines darauf aufbauenden, klar definierten Wertbegriffs ist eine rationale und nachvollziehbare Entscheidung über die Allokation eines Investitionsbudgets auf IT-Investitionen möglich [10; 22].

Da die Zahlungsüberschüsse einer (IT-) Investition ex ante im Allgemeinen unsicher [25] und Entscheidungsträger zumeist risikoavers sind [2], müssen die Risiken der (IT-) Investition einbezogen werden [17; 37]. IT-Investitionen gelten aufgrund ihrer hohen technischen Komplexität und der großen Unsicherheit über ihre ökonomischen Auswirkungen als besonders risikoreich [7; 24]. Im Rahmen einer wertorientierten IT-Investitionsbewertung manifestieren sich diese IT-Risiken in sowohl negativen als auch positiven Abweichungen von den erwarteten Zahlungsüberschüssen der IT-Investitionen [7], und werden meist durch Schwankungsmaße wie die Standardabweichung oder die Varianz gemessen. Diese mittels eines Risikomaßes quantifizierten IT-Risiken sind gemäß der Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers zu berücksichtigen [18; 29] (*Anforderung A2*).

Wie einleitend bereits erläutert, können zwischen den stochastischen Zahlungsüberschüssen von IT-Investitionen verschiedene Interdependenzen bestehen. Hierbei kann zwischen zeitpunktbezogenen, *intratemporalen* Abhängigkeiten, sowie zeitraumbezogenen, *intertemporalen* Abhängigkeiten, unterschieden werden. Die hieraus resultierenden Risiken sind in der Bewertung zu berücksichtigen [18]. Nachdem in der vorliegenden Arbeit die

Untersuchung des *Unterschieds* zwischen einer *langfristig optimalen* und einer *periodisch optimalen* Investitionssteuerung im Vordergrund steht, und die zeitpunktbezogenen Abhängigkeiten in beiden Bewertungsperspektiven gleichermaßen berücksichtigt werden, sind diese Abhängigkeitsstrukturen für die vorliegende Fragestellung wenig relevant und sollen deshalb nicht näher betrachtet werden. Vielmehr steht in diesem Beitrag die Untersuchung *intertemporaler* Abhängigkeitsstrukturen im Vordergrund. Daher sind neben den Stand-alone-Risiken der IT-Investitionen insbesondere auch stochastische intertemporale Abhängigkeiten im Rahmen der Bewertung von IT-Investitionen zu berücksichtigen (*Anforderung A3*).

Der Berücksichtigung dieser intertemporalen Abhängigkeiten kommt weiterhin insbesondere beim Vergleich einer periodischen und einer langfristigen Bewertung von IT-Investitionen eine hohe Bedeutung zu. Um einen konsistenten und aussagekräftigen Vergleich bezüglich des Einflusses intertemporaler Abhängigkeiten auf IT-Investitionsentscheidungen zu ermöglichen, sollte der zugrundeliegende Bewertungsansatz sowohl eine periodische als auch eine langfristige Bewertungsperspektive von IT-Investitionen abbilden können (*Anforderung A4*).

Hinsichtlich dieser Anforderungen wurde die bestehende Literatur systematisch analysiert. Als Ausgangspunkt der Literaturrecherche diente der umfassende und sehr aktuelle Literaturüberblick von Schryen (2010) [31], der im Rahmen eines Meta-Reviews die bestehende(n) Literatur (-Reviews) zum ökonomischen Wert von IT, die seit 1989 in begutachteten Zeitschriften veröffentlicht wurden, gemäß der anerkannten Methodik von Webster und Watson (2002) aufarbeitet und analysiert [43]. Für die Literaturanalyse in diesem Beitrag wurden die in Schryen (2010) zugrundegelegten, zwölf hochrangigen Zeitschriften zusätzlich um die Konferenzbände der zwei bedeutendsten IS-Konferenzen (ICIS, ECIS) ergänzt. Eine erste Liste relevanter Beiträge wurde identifiziert, indem bei den ausgewählten Zeitschriften, Konferenzwebseiten und elektronischen Datenbanken (EBSCO, ScienceDirect, Web of Science) für den Zeitraum 2003 bis 2010 der logische Suchbegriff („information technology“ OR „information systems“) AND („value“ OR „investment“ OR „performance“ OR „measurement“ OR „evaluation“ OR „intertemporal interdependencies“ OR „risk“ OR „return“) verwendet wurde. Erweitert wurde die Beitragsliste durch Vorwärts- und Rückwärtssuche innerhalb der identifizierten Beiträge. Um den Auswahlprozess abzuschließen, wurde die resultierende Beitragsliste anhand der gestellten Anforderungen manuell geprüft und die relevanten Artikel ausgewählt.

Auf Basis der Literaturanalyse lässt sich festhalten, dass sich zur IT-Investitionsbewertung zahlreiche Beiträge finden, welche hinsichtlich des zugrunde liegenden Ansatzes grundsätzlich in qualitative und quantitative Entscheidungsmodelle unterschieden werden können [28; 41; 37]. Die so genannten qualitativen Verfahren bieten den Vorteil einer einfachen Handhabung und Verständlichkeit, jedoch ist eine Interpretierbarkeit und insbesondere eine Vergleichbarkeit auf Basis qualitativer Kriterien in der Regel problematisch [18; 17; 26; 27; 46]. Die qualitativen Verfahren liefern insbesondere keine monetäre Bewertung, so dass die Bestimmung des ökonomischen Wertbeitrags einer IT-Investition, wie im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung gefordert und notwendig, durch solche Verfahren nicht möglich ist [47]. Die Anforderungen A1 – A4 sind bei den qualitativen Verfahren nicht erfüllt.

Für eine quantitative Analyse von IT-Investitionen wird hingegen methodisch auf verschiedene finanzwirtschaftliche Verfahren zurückgegriffen, welche eine wertorientierte Betrachtung erlauben. Jedoch existieren aktuell keine Ansätze, welche sämtliche geforderten und für die Untersuchung der vorliegenden Forschungsfrage relevanten Anforderungen erfüllen. Insbesondere eine Berücksichtigung der Risiken von IT-Investitionen findet in der Literatur bislang wenig Berücksichtigung [7; 1]. Santhanam und Kyparisis (1996) nehmen in ihrem Beitrag zum Beispiel zwar eine Quantifizierung der Erträge aus IT-Investitionen vor. Jedoch erfolgt hier weder eine zahlungsstrombasierte Betrachtung noch eine Berücksichtigung von IT-Risiken [30]. Zur ertrags-/risikointegrierten Bewertung von IT-Investitionen im Rahmen einer zahlungsstrombasierten Betrachtung wendet Verhoef (2005) die Kapitalwertmethode an, wobei das Risiko durch die „weighted average cost of IT“ als Diskontierungsfaktor berücksichtigt wird [39]. Eine Quantifizierung des Risikos in Form eines Risikomaßes und eine Berücksichtigung der subjektiven Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers findet bei Verhoef (2005) jedoch nicht statt. Weitere zahlungsstrombasierte kapitalwertige Ansätze werden beispielsweise von Wehrmann et al (2006) und Wehrmann und Zimmermann (2005) vorgestellt, welche bei der Bestimmung des Wertbeitrags von IT-Investitionen auch eine geeignete Risikoquantifizierung und eine Berücksichtigung der subjektiven Risikoeinstellung des Entscheiders vornehmen [45; 44]. Intertemporale Abhängigkeiten und eine Unterscheidung einer langfristigen und einer periodischen Betrachtung bleiben, wie auch bei Verhoef (2005), außen vor. Ein weiterer Ansatz zur quantitativen Bewertung von IT-Investitionen im Portfolioverbund, welcher auf Basis des erwarteten Kapitalwerts als Ertragsgröße und der Standardabweichung als Risikomaß eine Bewertung unter Berücksichtigung intra- und intertemporaler Abhängigkeitsstrukturen leistet, findet sich zum Beispiel bei Dörner (2003) [9]. Dieser Ansatz erlaubt zwar grundsätzlich eine Berücksichtigung von intertemporalen Abhängigkeitsstrukturen über die Kovarianzen zwischen stochastischen Zahlungsgrößen. Es erfolgt jedoch keine Analyse des Einflusses intertemporaler Abhängigkeiten auf die adäquate und korrekte Bewertung von IT-Risiken und damit auf die optimalen IT-Investitionsentscheidungen aus langfristiger beziehungsweise periodischer Sicht. Intertemporale Abhängigkeiten finden weiterhin zum Beispiel bei dem realoptionsbasierten Ansatz von Bardhan et al. (2004) Beachtung [4]. Auch wenn zahlreiche realoptionsbasierte Bewertungsansätze, wie zum Beispiel auch Benaroch und Kauffman (1999), grundsätzlich eine wertorientierte Bewertung erlauben [5; 11; 38], sehen sie sich aufgrund ihrer restriktiven Annahmen, welche aus der (pragmatischen) Übertragung der finanzwirtschaftlichen Optionspreistheorie resultieren, starker Kritik ausgesetzt [32]. Die Verwendung eines realoptionsbasierten Ansatzes ist zudem für die vorliegende Arbeit wenig hilfreich, da dort nicht die Bewertung der Vorteilhaftigkeit eines Basisprojekts mit darauf aufbauenden optionalen Folgeprojekten betrachtet wird, sondern die im vorliegenden Modell betrachteten IT-Investitionen vielmehr jeweils getrennt voneinander durchführbar sind. *Tabelle 1* fasst die Ergebnisse der Evaluation bestehender quantitativer Ansätze hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen A1 – A4 zusammen:

**Tabelle 1: Evaluation relevanter Bewertungsansätze**

	A1	A2	A3	A4
Santhanam/Kyparisis (1996)	-	-	-	-
Verhoef (2005)	+	-	-	-
Wehrmann/Zimmermann (2005)	+	+	-	-
Wehrmann et al. (2006)	+	+	-	-
Dörner (2003)	+	+	+	-
Bardhan et. al (2004)	-	-	+	-

Wie auch die Ergebnisse von Schryen (2010) bestätigen, hat die Unsicherheit im Kontext von IT-Investitionen in der bestehenden Primärliteratur bisher kaum Beachtung gefunden [31]. Die Analyse zeigt weiterhin, dass insbesondere intertemporale Risiken im Rahmen bestehender Ansätze meist vernachlässigt werden. Zwar existieren einige Beiträge, welche intertemporale Abhängigkeiten in der Bewertung berücksichtigen, jedoch findet sich in der Literatur keine explizite und fokussierte Untersuchung des Einflusses intertemporaler Interdependenzen auf Entscheidungen über IT-Investitionen. Durch die Beantwortung der Forschungsfragen dieser Arbeit kann somit ein Beitrag zur quantitativen Analyse des Einflusses intertemporaler Interdependenzen auf die Bewertung von IT-Investitionen geleistet werden.

### 3 VERGLEICH LANGFRISTIG UND PERIODISCH OPTIMALER IT-INVESTITIONSENTSCHEIDUNGEN

In Abschnitt 3.1 werden zunächst die Annahmen des Modells vorgestellt. Darauf aufbauend wird in Abschnitt 3.2 eine vergleichende Modellanalyse der optimalen Investitionsentscheidungen auf Basis des langfristigen und des periodischen Wertbeitrags vorgenommen. Auf Basis eines Fallbeispiels wird in Abschnitt 3.3 die Wirkungsweise des Modells veranschaulicht und der Einfluss zentraler Parameter auf die Ergebnisse des Modells dargestellt.

#### 3.1 Annahmen

Im Folgenden wird in einem 2-Perioden-Modell eine Unternehmung betrachtet, die ein vorgegebenes Investitionsbudget optimal auf eine risikobehaftete IT-Investition und eine risikolose Finanzanlage aufteilen möchte. Es werden die folgenden Annahmen getroffen:

- A1) **Ausgangssituation:** Die Unternehmung  $U$  investiert zu den Zeitpunkten  $t = 0$  und  $t = 1$  ein konstantes Investitionsbudget  $B$  jeweils für eine Periode. Die Entscheidung über die Aufteilung des jeweiligen periodischen Investitionsbudgets  $B$  wird in  $t = 0$  für beide Zeitpunkte getroffen,<sup>1</sup> wobei die Unternehmung  $U$  einen Anteil  $x_t$  mit  $t \in \{0,1\}$  in eine

einperiodige IT-Investition mit der unsicheren Rendite  $\tilde{r}_{IT}$  und den restlichen Anteil  $(1 - x_t)$  in eine Finanzinvestition mit der sicheren Rendite  $r_f$  investiert. Die Renditen  $\tilde{r}_{IT}$  und  $r_f$  sind in beiden Perioden jeweils identisch. Aus der Investition zu den Zeitpunkten  $t \in \{0,1\}$  resultiert der Investitionsauszahlungsstrom  $\tilde{Z}^A := (\tilde{z}_0^A, \tilde{z}_1^A, 0)$  mit den vorschüssigen periodischen Auszahlungsüberschüssen  $\tilde{z}_t^A = -B$ . Aus der Aufteilung des Investitionsbudgets  $B$  ergibt sich zudem der Zahlungsstrom  $\tilde{Z}^{IT} := (0, \tilde{z}_1^{IT}, \tilde{z}_2^{IT})$  der risikobehafteten IT-Investitionen mit den nachschüssigen periodischen Zahlungsüberschüssen  $\tilde{z}_t^{IT} = B \cdot x_{t-1} \cdot (1 + \tilde{r}_{IT})$  und der Zahlungsstrom  $\tilde{Z}^F := (0, \tilde{z}_1^F, \tilde{z}_2^F)$  der risikolosen Finanzinvestitionen mit den nachschüssigen periodischen Zahlungsüberschüssen  $\tilde{z}_t^F = B \cdot (1 - x_{t-1}) \cdot (1 + r_f)$  zu den Zeitpunkten  $t \in \{1,2\}$ .

- A2) **Unternehmenszahlungsstrom:** Für die Unternehmung  $U$  ergibt sich nach Aufteilung des Investitionsbudgets  $B$  der Zahlungsstrom  $\tilde{Z}^U := (\tilde{z}_0^U, \tilde{z}_1^U, \tilde{z}_2^U)$  mit den periodischen Zahlungsüberschüssen  $\tilde{z}_t^U = \tilde{z}_t^A + \tilde{z}_t^{IT} + \tilde{z}_t^F$  mit  $t \in \{0,1,2\}$ .
- A3) **a) Kapitalwert:** Der stochastische Kapitalwert des Unternehmenszahlungsstroms  $\tilde{Z}^U$  ergibt sich als Summe der auf den Zeitpunkt  $t = 0$  diskontierten Zahlungsüberschüsse  $\tilde{z}_t^U$  mit dem risikolosen Zinssatz  $r_f$ :

$$\overline{KW}(\tilde{Z}^U) = \sum_{t=0}^2 \frac{\tilde{z}_t^U}{(1 + r_f)^t}$$

**b) Barwert:** Der stochastische beziehungsweise deterministische Barwert eines Zahlungsüberschusses ergibt sich durch Diskontierung auf den Zeitpunkt  $t = 0$  mit dem risikolosen Zinssatz  $r_f$ :

$$\overline{BW}(\tilde{z}_t) = \frac{\tilde{z}_t}{(1 + r_f)^t}$$

- A4) **Risikomaß:** Das Risiko einer Zufallsvariable  $ZV$  wird mittels der Varianz  $\sigma^2$  quantifiziert.
- A5) **Stochastische intertemporale Abhängigkeiten:** Innerhalb des unsicheren Zahlungsstroms  $\tilde{Z}^{IT}$  der risikobehafteten IT-Investitionen existieren intertemporale Abhängigkeiten zwischen den unsicheren Zahlungsüberschüssen  $\tilde{z}_1^{IT}$  und  $\tilde{z}_2^{IT}$ , die mittels des Korrelationskoeffizienten  $\rho_{1,2}^{IT}$  mit  $\rho_{1,2}^{IT} \in [-1; 1]$  quantifiziert werden.

Der Erwartungswert einer auf  $t = 0$  verdichteten Zufallsvariablen stellt die Ertragskomponente, und das mittels der Varianz quantifizierte Risiko die Risikokomponente bei der Ermittlung eines Wertbeitrags dar. Dabei entspricht die relevante Zufallsvariable für die Bestimmung des langfristigen Wertbeitrags dem stochastischen Kapitalwert des Unternehmenszahlungsstroms  $\tilde{Z}^U$ , für die Bestimmung eines periodischen Wertbeitrags dem stochastischen Barwert aller Zahlungsüberschüsse der betrachteten Periode.

- A6) **Wertbeitrag:** Der (periodische) Wertbeitrag einer Zufallsvariable  $ZV$  ergibt sich durch die additive Verknüpfung des Erwartungswerts der Zufallsvariable und des Risikos, das heißt in diesem Fall der Varianz der Zufallsvariable, unter Berücksichtigung eines Risikoavversionsparameters  $\alpha$  mit  $\alpha \in \mathbb{R}^+$ .

<sup>1</sup> Diese Annahme ist insbesondere sinnvoll, wenn die Informationen zum Zeitpunkt  $t = 1$  sich nicht von den bekannten Informationen aus  $t = 0$  unterscheiden.

$$WB(ZV) = E(ZV) - \alpha \cdot \sigma^2(ZV)$$

Dieses präferenzorientierte Bewertungsverfahren stellt eine betriebswirtschaftlich fundierte Variante der Risikoabschlagsmethode dar und ist im Sinne einer wertorientierten Unternehmensführung eine geeignete Größe zur Bewertung des absoluten, risikoadjustierten Wertzuwachses [2; 23].

### 3.2 Modell und Modellanalyse

Wie bereits einleitend ausgeführt, zeichnet sich eine wertorientierte Unternehmensführung durch die Ausrichtung aller Unternehmensaktivitäten auf das Ziel einer langfristigen und nachhaltigen Unternehmenswertsteigerung aus [42]. Daher wird in einer *langfristigen Bewertung* basierend auf dem stochastischem Kapitalwert  $K\bar{W}(\bar{Z}^U)$  des Unternehmenszahlungsstroms als Bewertungsgrundlage der gesamte Planungshorizont betrachtet. Die Unternehmung maximiert ihren langfristigen Wertbeitrag nach den Anteilswerten  $x_t$  mit  $t \in \{0, 1\}$  und bestimmt hierdurch die langfristig optimale Aufteilung des Investitionsbudgets  $B$  auf die risikobehafteten IT-Investitionen und die risikolose Finanzinvestition.

Die Ertragskomponente des langfristigen Wertbeitrags bildet gemäß Annahme A6 der Erwartungswert des stochastischen Kapitalwerts  $E(K\bar{W}(\bar{Z}^U))$ , der sich im Detail wie folgt ergibt:

$$\begin{aligned} E(K\bar{W}(\bar{Z}^U)) &= -B + \frac{B \cdot x_0 \cdot (1 + E(\bar{r}_{IT})) + B \cdot (1 - x_0) \cdot (1 + r_f)}{(1 + r_f)} \\ &\quad - \frac{B}{(1 + r_f)} + \frac{B \cdot x_1 \cdot (1 + E(\bar{r}_{IT})) + B \cdot (1 - x_1) \cdot (1 + r_f)}{(1 + r_f)^2} \end{aligned}$$

Als Risikokomponente des langfristigen Wertbeitrags wird die Varianz des stochastischen Kapitalwerts  $\sigma^2(K\bar{W}(\bar{Z}^U))$  verwendet. Neben den Varianzen der unsicheren Zahlungsüberschüsse der risikobehafteten IT-Investitionen  $\sigma^2(\bar{z}_t^{IT}) = x_{t-1}^2 \cdot B^2 \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})$  ist aufgrund der stochastischen Abhängigkeit zwischen den unsicheren Zahlungsüberschüssen zudem die *intertemporale* Kovarianz  $\text{Cov}(\bar{z}_1^{IT}, \bar{z}_2^{IT})$  zu berücksichtigen. Im Detail ergibt sich die Risikokomponente des langfristigen Wertbeitrags wie folgt:

$$\begin{aligned} \sigma^2(K\bar{W}(\bar{Z}^U)) &= \sum_{t=1}^2 \frac{B^2 \cdot x_{t-1}^2 \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})}{(1 + r_f)^{2t}} \\ &\quad + \frac{2 \cdot \rho_{1,2}^{IT} \cdot x_0 \cdot x_1 \cdot B^2 \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})}{(1 + r_f)^3} \end{aligned}$$

Nach Bestimmung der detaillierten Ausdrücke für die Ertrags- und die Risikokomponente können durch Optimierung der langfristigen Zielfunktion  $WB_L$  die langfristig optimalen Investitionsanteile der Unternehmung ermittelt werden. Die Restriktionen  $x_t \geq 0$  und  $x_t \leq 1$  gemäß Annahme A1 werden hierbei berücksichtigt, indem das vorliegende Maximierungsproblem über eine Lagrange-Optimierung gelöst wird. Das langfristige Optimierungsproblem der Unternehmung stellt sich wie folgt dar:

$$\max_{x_0, x_1} L(x_t, \lambda_t, \varphi_t) = WB_L(K\bar{W}(\bar{Z}^U)) + \sum_{t=0}^1 \lambda_t x_t - \sum_{t=0}^1 \varphi_t (x_t - 1)$$

Mit Hilfe des Karush-Kuhn-Tucker-Theorems kann der optimale Anteilsvektor  $(x_0^L, x_1^L)$  dieses Optimierungsproblems bestimmt

werden, wobei  $x_t^L$  mit  $t = \{0, 1\}$  den optimalen Anteilswert zum Zeitpunkt  $t$  im Rahmen der langfristigen (L) Optimierung darstellt.<sup>2</sup> Dabei erhält man je nachdem ob und welche der Nebenbedingungen  $x_t \geq 0$  beziehungsweise  $x_t \leq 1$  bindend werden eine unbeschränkte, innere Lösung ( $0 < x_t < 1$ ) oder eine Randlösung ( $x_t = 0$  beziehungsweise  $x_t = 1$ ). Investiert die Unternehmung den optimalen Investitionsbetrag  $B \cdot x_t^L$  mit  $t = \{0, 1\}$  in die risikobehaftete IT-Investition, führt dies zu einem aus langfristiger Sicht ertrags-/risikooptimalen Unternehmensportfolio. Mit jeder höheren Investition in die risikobehaftete IT-Investition als  $B \cdot x_t^L$  geht mehr zusätzliches Risiko als zusätzlicher Ertrag einher, bei jeder geringeren Investition kann durch eine marginale Erhöhung des Investitionsanteils mehr zusätzlicher Ertrag als zusätzliches Risiko generiert werden. Im Fall einer Randlösung wird entweder die risikobehaftete IT-Investition oder die risikolose Finanzinvestition von der jeweils anderen Investitionsalternative dominiert und der gesamte Investitionsbetrag wird in die aus Ertrags- und Risikogesichtspunkten vorteilhaftere Investitionsalternative investiert.

Aufgrund der in der Bewertung berücksichtigten intertemporalen Abhängigkeiten sind die Lösungen für die Anteilswerte  $x_0^L$  und  $x_1^L$  wechselseitig voneinander abhängig. Kann für einen Anteilswert  $x_t^L$  mit  $t = \{0, 1\}$  eine innere Lösung realisiert werden, so ergibt sich der optimale Anteilswert  $x_0^L$  beziehungsweise  $x_1^L$  gemäß:

$$\begin{aligned} x_0^L &= \frac{(\bar{r}_{IT} - r_f) \cdot (1 + r_f) - 2\alpha \rho_{1,2}^{IT} \cdot \frac{B \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})}{(1 + r_f)} x_1^L}{2\alpha \cdot B \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})} \\ x_1^L &= \frac{(\bar{r}_{IT} - r_f) \cdot (1 + r_f)^2 - 2\alpha \rho_{1,2}^{IT} \cdot B \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT}) \cdot (1 + r_f) x_0^L}{2\alpha \cdot B \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})} \end{aligned}$$

Können für beide Anteilswerte  $x_0$  beziehungsweise  $x_1$  innere Lösungen realisiert werden, kann die wechselseitige Abhängigkeit aufgelöst werden, indem durch Lösung des Gleichungssystems ein Fixpunkt für einen der optimalen Anteilswerte bestimmt wird. Besteht lediglich für einen Anteilswert eine innere Lösung, bestimmt sich diese durch einfaches Einsetzen des Zahlenwerts der Randlösung für den anderen Anteilswert. Sind für den Anteilsvektor  $(x_0^L, x_1^L)$  die Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen erfüllt, ist dies ein notwendiges und hinreichendes Optimalitätskriterium, so dass  $(x_0^L, x_1^L)$  eine globale Maximalstelle des Optimierungsproblems darstellt. Diese Bedingungen sind im vorliegenden Modell erfüllt, sofern  $\rho_{1,2}^{IT} \in ]-1; 1[$  gilt. Aus der optimalen Lösung  $(x_0^L, x_1^L)$  dieses restringierten Optimierungsproblems bestimmt sich der maximale langfristige Wertbeitrag der Unternehmung:

$$WB_L(x_0^L, x_1^L)$$

Im Gegensatz zur langfristigen Bewertungsperspektive optimiert die Unternehmung in einer *periodischen Bewertung* ihre Investiti-

<sup>2</sup> Zur Lagrange-Optimierung und insbesondere dem Karush-Kuhn-Tucker-Theorem mit den damit verbundenen notwendigen und hinreichenden Bedingungen für eine globale Optimalstelle vgl. [40; 8].

onsanteile für jede Periode isoliert. Dies führt dazu, dass bei einer periodischen Optimierung die Risiken, welche sich aus den intertemporalen Abhängigkeiten ergeben, nicht berücksichtigt werden. Für die Bestimmung eines periodischen Wertbeitrags wird als Bewertungsgrundlage der Barwert der jeweiligen Periode bestimmt, in welchen sämtliche in der betrachteten Periode anfallenden Zahlungsüberschüsse einfließen. Bei der Ermittlung der Barwerte  $\widetilde{BW}_{P1}$  der Periode 1 und  $\widetilde{BW}_{P2}$  der Periode 2 erfolgt somit eine periodische Abgrenzung der Zahlungsüberschüsse. Es werden jeweils die vorschüssigen Investitionsauszahlungen  $\bar{z}_{t-1}^A$  zu Beginn der Periode und die nachschüssigen Zahlungsüberschüsse  $\bar{z}_t^i$  mit  $i = \{IT, F\}$  zum Periodenende berücksichtigt und gemäß der Annahme A3b auf den Entscheidungszeitpunkt  $t = 0$  diskontiert.

$$\begin{aligned}\widetilde{BW}_{P1} &= \bar{z}_0^A + \frac{\bar{z}_1^{IT} + \bar{z}_1^F}{1 + r_f} \\ &= -B + \frac{B \cdot x_0 \cdot (1 + \bar{r}_{IT}) + B \cdot (1 - x_0) \cdot (1 + r_f)}{1 + r_f} \\ \widetilde{BW}_{P2} &= \frac{\bar{z}_1^A}{1 + r_f} + \frac{\bar{z}_2^{IT} + \bar{z}_2^F}{(1 + r_f)^2} \\ &= \frac{-B}{1 + r_f} + \frac{B \cdot x_1 \cdot (1 + \bar{r}_{IT}) + B \cdot (1 - x_1) \cdot (1 + r_f)}{(1 + r_f)^2}\end{aligned}$$

Die Ertragskomponente eines periodischen Wertbeitrags bildet der Erwartungswert des jeweiligen periodischen Barwerts. Als Risikokomponente eines periodischen Wertbeitrags wird die Varianz der periodischen Barwerte  $\widetilde{BW}_{P1}$  beziehungsweise  $\widetilde{BW}_{P2}$  gemäß Annahme A4 bestimmt:

$$\begin{aligned}\sigma^2(\widetilde{BW}_{P1}) &= \frac{B^2 \cdot x_0^2 \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})}{(1 + r_f)^2} \\ \sigma^2(\widetilde{BW}_{P2}) &= \frac{B^2 \cdot x_1^2 \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})}{(1 + r_f)^4}\end{aligned}$$

Die Maximierung der periodischen Wertbeiträge zur Bestimmung der optimalen periodischen Anteilswerte  $x_0^{P^*}$  und  $x_1^{P^*}$  erfolgt analog zur langfristigen Optimierung durch eine Lagrange-Optimierung unter Verwendung des Karush-Kuhn-Tucker-Theorems. Die periodischen Optimierungsprobleme der Unternehmung stellen sich wie folgt dar:

$$\begin{aligned}\max_{x_0} L(x_0, \lambda_0, \varphi_0) &= WB_{P1}(\widetilde{BW}_{P1}) + \lambda_0 x_0 - \varphi_0(x_0 - 1) \\ \max_{x_1} L(x_1, \lambda_1, \varphi_1) &= WB_{P2}(\widetilde{BW}_{P2}) + \lambda_1 x_1 - \varphi_1(x_1 - 1)\end{aligned}$$

In jeder Periode bildet die Unternehmung durch Investitionen gemäß dem optimalen Anteilswert  $x_t^{P^*}$  das aus periodischer Sicht ertrags-/risikooptimale Unternehmensportfolio. Das Optimum für einen periodischen Anteilswert  $x_t^{P^*}$  mit  $t = \{0, 1\}$  ist hierbei entweder eine innere Lösung ( $0 < x_t < 1$ ) oder eine Randlösung ( $x_t^{P^*} = 0$  beziehungsweise  $x_t^{P^*} = 1$ ). Ist für einen optimalen periodischen Anteilswert  $x_0^{P^*}$  beziehungsweise  $x_1^{P^*}$  keine Restriktion bindend, berechnet sich der in die risikobehafteten IT-Investitionen zu investierende optimale Investitionsanteil  $x_t^{P^*}$  gemäß:

$$\begin{aligned}x_0^{P^*} &= \frac{(\bar{r}_{IT} - r_f)(1 + r_f)}{2\alpha \cdot B \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})} \\ x_1^{P^*} &= \frac{(\bar{r}_{IT} - r_f)(1 + r_f)^2}{2\alpha \cdot B \cdot \sigma^2(\bar{r}_{IT})}\end{aligned}$$

In einer periodischen Bewertung optimiert die Unternehmung ihre Investitionsanteile für jede Periode isoliert. Dies führt dazu, dass bei einer periodischen Optimierung die Risiken, welche sich aus den intertemporalen Abhängigkeiten ergeben, nicht berücksichtigt werden. Aus der Sicht einer langfristig ausgerichteten, wertorientierten Unternehmensführung basieren die maximalen periodischen Wertbeiträge somit auf einer unvollständigen und damit fehlerhaften Bewertung des Risikos der IT-Investitionen. Bestehen keine intertemporalen Abhängigkeiten, führen die verschiedenen Betrachtungsweisen jedoch zu einer identischen Risikobewertung und damit auch zu identischen Investitionsentscheidungen und Wertbeiträgen.

Nachdem verdeutlicht wurde, dass die periodischen Wertbeiträge und Investitionsentscheidungen auf einer unvollständigen Bewertung des Gesamtrisikos im Betrachtungszeitraum basieren, sollen die periodischen Investitionsanteile im Folgenden aus Sicht einer langfristig ausgerichteten, wertorientierten Unternehmensführung bewertet werden. Hierzu wird der langfristige Wertbeitrag auf Basis der optimalen periodischen Anteilswerte  $x_t^{P^*}$  mit  $t = \{0, 1\}$  bestimmt.

$$WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*})$$

Da der optimale periodische Anteilsvektor  $(x_0^{P^*}, x_1^{P^*})$  keine Maximalstelle des *langfristigen* Optimierungsproblems darstellt, ist der langfristige Wertbeitrag der periodischen Investitionsanteile  $WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*})$  nie größer als der maximale langfristige Wertbeitrag  $WB_L(x_0^L, x_1^L)$ , so dass gilt:

$$WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*}) \leq WB_L(x_0^L, x_1^L)$$

Das Ausmaß des langfristigen Nachteils einer periodischen Steuerung kann nun einfach quantifiziert werden und ergibt sich aus der Differenz der langfristigen Wertbeiträge  $WB_L(x_0^L, x_1^L)$  und  $WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*})$ .

Bestehen im Betrachtungszeitraum intertemporale Abhängigkeiten innerhalb des unsicheren Zahlungsstroms  $\bar{Z}^{IT}$  der risikobehafteten IT-Investitionen, das heißt  $\rho_{1,2}^{IT} \neq 0$ , so existieren *Kosten der periodischen Steuerung* KP mit

$$KP = WB_L(x_0^L, x_1^L) - WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*}) \geq 0,$$

die den langfristigen Nachteil quantifizieren, welcher der Unternehmung entsteht, wenn sie ihre Investitionsentscheidungen auf Basis einer periodischen Bewertung bestimmt. Dies verdeutlicht, dass durch eine periodische Steuerung von IT-Investitionen in der Regel kein langfristig optimaler Wertbeitrag erreicht werden kann, sofern die getätigten IT-Investitionen im Zeitablauf stochastisch linear abhängig sind. Basieren die Entscheidungen der Unternehmung auf einer rein periodischen Bewertung, können die langfristigen Wertsteigerungspotentiale der zur Verfügung stehenden IT-Investitionen nicht optimal ausgeschöpft werden.

### 3.3 Anwendungsbeispiel

Im folgenden Abschnitt wird das Ausmaß der aus einer rein periodischen Steuerung resultierenden Kosten der periodischen Steuerung auf Basis eines praxisnahen Fallbeispiels verdeutlicht. Gemäß den Forschungsfragen des Beitrags wurde das Fallbeispiel so gewählt, dass *intertemporale Abhängigkeiten zwischen mehreren IT-Investitionen* betrachtet werden, während zum Beispiel von intertemporalen Abhängigkeiten innerhalb eines Zahlungsstroms abstrahiert wird. Des Weiteren sind die betrachteten Investitionen nicht in ein Basis- und mögliche Folgeprojekte zu unterscheiden, wodurch eine Abgrenzung zu realloptionsbasierten Ansätzen vorgenommen wird. Es wird untersucht, welchen Einfluss zum Einen die intertemporalen Korrelationen sowie zum Anderen die Stand-alone-Varianzen der unsicheren Zahlungsüberschüsse der IT-Investitionen auf die Kosten der periodischen Steuerung haben.

#### 3.3.1 Ausgangssituation

Ein Finanzdienstleister (FDL) berät Privatkunden im Bereich der privaten Absicherung und Vorsorge. Der FDL bietet eine Vielzahl verschiedener Produkte und Leistungen in verschiedenen Bereichen an, zum Beispiel zur privaten Altersvorsorge, Immobilienfinanzierung oder zu klassischen Versicherungsleistungen (zum Beispiel Unfall-, Haftpflichtversicherungen). Der Privatkundenmarkt zeichnet sich durch eine hohe Komplexität der einzelnen Produkte und deren Wechselwirkungen aus, insbesondere unter Berücksichtigung der verschiedenen gesetzlichen Rahmenbedingungen und Vorschriften (zum Beispiel Zulagen bei der Riester-Rente, Sonderausgabenabzüge bei der Basis-Rente). Zur Unterstützung der Beratung setzt der FDL daher in großem Umfang Software-Applikationen ein, welche in verschiedenen Rechenmodulen eine Analyse der zahlreichen Versicherungs- und Anlageprodukte ermöglichen. Der Markt unterliegt durch ständig neue Versicherungs- und Anlageprodukte und Änderungen gesetzlicher Grundlagen einer hohen Dynamik. Der FDL steht folglich vor der Entscheidung, seine bestehenden Beratungsapplikationen um diverse Module zu erweitern beziehungsweise vorhandene Module weiterzuentwickeln. Durch diese IT-Investitionen ist es dem FDL möglich, die Qualität der Beratung zu erhöhen, woraus der FDL höhere Zahlungsüberschüsse erwartet. Die zusätzlichen IT-Investitionen greifen hierbei zu einem großen Teil auf gleiche Anwendungssysteme und Prozesse zurück, wodurch sich zum Beispiel mögliche Kapazitätsprobleme beim Zugriff auf eine relevante Kundendatenbank gleichgerichtet auf die zusätzlichen IT-Investitionen aller Perioden auswirken. Zwischen den zukünftigen unsicheren Zahlungsüberschüssen bestehen daher intertemporale stochastische Abhängigkeiten. Der FDL entscheidet zum Zeitpunkt  $t = 0$  über die Investitionen in diese Software-Projekte. Für die Investitionsplanung liegen die in *Tabelle 2* dargestellten Schätzungen der relevanten Parameter zugrunde:

**Tabelle 2: Ausgangsdaten des Fallbeispiels**

$B = 100$	$\alpha = 0,01$	$r_f = 4\%$
$\tilde{r}_{IT} = 12\%$	$\sigma^2(\tilde{r}_{IT}) = 10\%$	$\rho_{1,2}^{IT} = 0,75$

Auf Basis dieser Schätzungen bestimmt der FDL für die dargestellte Entscheidungssituation die optimalen langfristigen und periodischen Investitionsanteile und den maximalen langfristigen beziehungsweise periodischen Wertbeitrag. Die Ergebnisse sind nachfolgend in *Tabelle 3* dargestellt.

**Tabelle 3: Langfristig und periodisch optimale Investitionsentscheidungen**

	Anteilswert $x_0$	Anteilswert $x_1$	Wertbeitrag (in Millionen Euro)
Langfristige Bewertung	$x_0^{L*} = 0,2377$	$x_1^{L*} = 0,2472$	1,8286
Periodische Bewertung	$x_0^{P*} = 0,4160$	$x_1^{P*} = 0,4326$	3,2000

In der periodischen Bewertung investiert der FDL aufgrund der vernachlässigten intertemporalen Risiken mit circa 42% beziehungsweise 43% des Investitionsbudgets sehr viel stärker in die risikobehafteten IT-Investitionen als in der langfristigen Bewertung, in welcher lediglich circa 24% beziehungsweise 25% risikobehaftet investiert werden. Es sei darauf hingewiesen, dass der periodische Wertbeitrag mit 3,2000 Millionen Euro<sup>3</sup> höher ist als der langfristige Wertbeitrag mit 1,8286 Millionen Euro. Der hohe periodische Wertbeitrag beruht jedoch auf einer fehlerhaften Bewertung der Risiken der IT-Investitionen und kann langfristig nicht erreicht werden. Die Vernachlässigung der intertemporalen Abhängigkeiten in der periodischen Sicht führt daher zu einer Unterbewertung der Risiken und somit zu einer Überwertung des Wertbeitrags. Aus der Sicht einer langfristig ausgerichteten, wertorientierten Unternehmensführung führen die periodisch optimalen Anteilswerte, wie bereits in Abschnitt 3.2 herausgearbeitet, zu einem langfristig geringeren Wertbeitrag als die Anteilswerte der langfristigen Optimierung. Für den langfristigen Wertbeitrag auf Basis der periodisch optimalen Anteilswerte ergibt sich im Fallbeispiel folgender Wert:

$$WB_L(x_0^{P*}, x_1^{P*}) = 0,8000 \text{ (in Millionen Euro)}$$

Darauf aufbauend lässt sich der Nachteil, welcher der Unternehmung aus einer langfristigen Sicht durch periodische Investitionsentscheidungen entsteht, quantifizieren und es ergeben sich im Beispiel folgende *Kosten der periodischen Steuerung*:

$$KP = 1,8286 - 0,8000 = 1,0286 \text{ (in Millionen Euro)}$$

Dies unterstreicht deutlich, dass die Vernachlässigung intertemporaler Abhängigkeiten in einer rein periodischen Steuerung nicht nur zu einer geringfügigen Abweichung von langfristig optimalen IT-Investitionsentscheidungen führen kann, sondern vielmehr einen sehr hohen Bewertungsfehler mit sich bringen kann. Prozentual betrachtet bestimmt sich die Höhe des Bewertungsfehlers wie folgt:

$$KP_{\text{prozentual}} = 1 - \frac{0,8000}{1,8286} = 0,5625 \approx 56\%$$

Durch eine periodische Steuerung werden folglich 56% des im langfristigen Optimum erreichbaren langfristigen Wertbeitrags nicht umgesetzt, das heißt durch die periodisch optimalen Investitionsentscheidungen können 56% der langfristigen Wertsteigerungspotentiale nicht gehoben werden. Dies macht deutlich, in welchem Ausmaß durch eine rein periodische Bewertung von IT-

<sup>3</sup> Der periodische Wertbeitrag bezeichnet hierbei die Summe der beiden einzelnen periodischen Wertbeiträge, das heißt  $WB_P(x_0^{P*}, x_1^{P*}) = WP_{P1}(x_0^{P*}) + WP_{P2}(x_1^{P*})$ .

Investitionen das Ziel einer langfristigen Steigerung des Gesamtwertbeitrags verfehlt werden kann.

### 3.3.2 Variation zentraler Parameter

Hinsichtlich des Einflusses der intertemporalen Korrelation der IT-Investitionen gilt folgender Zusammenhang: Je höher die intertemporale Korrelation der risikobehafteten IT-Investitionen ist, desto höher sind folglich die in der periodischen Bewertung vernachlässigten Risiken und damit die *Kosten der periodischen Steuerung*. Dieser Nachteil, der dem FDL durch eine periodische Steuerung entsteht, ist in der folgenden Graphik in Abhängigkeit von der Höhe der intertemporalen Korrelation  $\rho_{1,2}^{IT}$  dargestellt. Hierbei werden nur positive intertemporale Abhängigkeiten  $\rho_{1,2}^{IT} > 0$  betrachtet, da die zukünftigen stochastischen Zahlungsüberschüsse der IT-Investitionen, wie bereits einleitend motiviert, zumeist gleichgerichtet auf externe oder investitionsspezifische Einflüsse reagieren.

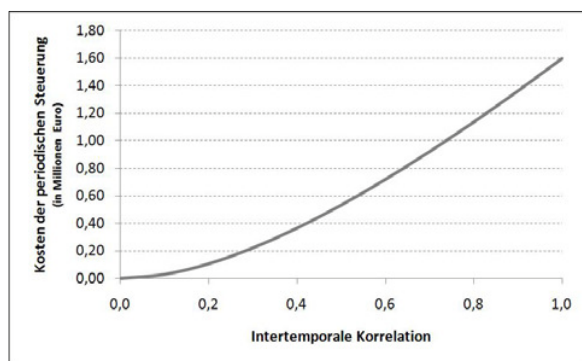


Abbildung 1: Einfluss der intertemporalen Korrelation

Nachdem das Ausmaß des Bewertungsfehlers anhand dieses Beispiels verdeutlicht wurde, wird im Folgenden aufgezeigt, welche Änderungen sich an diesen Ergebnissen ergeben, wenn besonders risikoreiche beziehungsweise besonders risikoarme IT-Investitionen betrachtet werden. Hierzu wird ceteris paribus die Varianz der periodischen Zahlungsüberschüsse (Stand-alone-Risiko) der IT-Investitionen variiert und die neuen optimalen Anteilswerte und Wertbeiträge berechnet. Diese sind nachfolgend in *Tabelle 4* dargestellt:

Tabelle 4: Variation des Stand-alone-Risikos

	$\sigma^2(\tilde{r}_{IT}) = 6\%$	$\sigma^2(\tilde{r}_{IT}) = 20\%$
$(x_0^{L*}, x_1^{L*})$	(0,3962; 0,4120)	(0,1189; 0,1236)
$(x_0^{P*}, x_1^{P*})$	(0,6933; 0,7211)	(0,2080; 0,2163)
$WB_L(x_0^{L*}, x_1^{L*})$	3,0476	0,9143
$WB_P(x_0^{P*}, x_1^{P*})$	5,3333	1,6000
$WB_L(x_0^{P*}, x_1^{P*})$	1,3333	0,4000
KP	1,7143	0,5143

Ein geringeres Stand-alone-Risiko, das heißt eine geringere Varianz der Zahlungsüberschüsse der IT-Investitionen, führt im ersten Schritt dazu, dass die Unternehmung (im Regelfall der Risikoaversion) stärker in die risikobehafteten IT-Investitionen investiert. Dies führt im vorliegenden Fallbeispiel zu folgenden

Werten: in der periodischen Bewertung investiert die Unternehmung bei einer geringen Varianz in Höhe von 6% mit 69% beziehungsweise 72% deutlich stärker in die risikobehafteten IT-Investitionen als in der Ausgangssituation (42% beziehungsweise 43%). Bei einer erhöhten Varianz von 20% hingegen sinken die optimalen Investitionsanteile im Beispiel auf circa 12% ab. Derselbe Effekt gilt selbstverständlich analog für die langfristig optimalen Investitionsanteile. Diese Änderung der optimalen Investitionsanteile führt wiederum zu einer Änderung der langfristigen und periodischen Wertbeiträge. Dadurch ändert sich in aller Regel auch die *absolute Höhe* der Kosten der periodischen Steuerung. Das Fallbeispiel verdeutlicht somit, dass eine Änderung des Stand-alone-Risikos der Zahlungsüberschüsse der IT-Investitionen ceteris paribus einen erheblichen Einfluss auf die Stärke des konvexen Krümmungsverhaltens sowie auf die absolute Höhe der Kosten der periodischen Steuerung besitzt. Dieser Zusammenhang wird in nachfolgender Abbildung veranschaulicht:

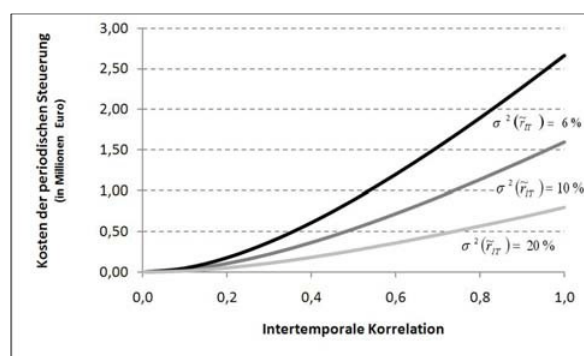


Abbildung 2: Kosten der periodischen Steuerung bei unterschiedlichen Stand-alone-Risiken

Abschließend erfolgt im nächsten Abschnitt eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieses Beitrags. Weiterhin werden Handlungsempfehlungen abgeleitet und ein Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsarbeiten in diesem Themenbereich gegeben.

## 4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im vorliegenden Beitrag wurden eine langfristige und eine periodische Optimierung von IT-Investitionsentscheidungen im Rahmen einer integrierten Betrachtung von Ertrag und Risiko gegenübergestellt, um die Unterschiede zwischen den beiden Sichten zu analysieren. Der Vergleich der beiden Optimierungskalküle zeigt, dass durch eine periodenorientierte Steuerung im Allgemeinen kein langfristig optimaler Wertbeitrag des Unternehmensportfolios erreicht wird, sofern die getätigten IT-Investitionen beziehungsweise deren Zahlungsüberschüsse im Zeitablauf linear stochastisch abhängig sind. Aufgrund der unvollständigen und damit fehlerhaften Risikobewertung von IT-Investitionen im Fall einer periodischen Steuerung existiert folglich in der Regel ein langfristiger Nachteil, welcher in Form der *Kosten der periodischen Steuerung* quantifiziert wurde. Anhand eines Anwendungsbeispiels wurde verdeutlicht, dass der Bewertungsfehler in einer periodischen Steuerung ein beträchtliches Ausmaß aufweisen kann. Die Analyse des modelltheoretischen Ansatzes verdeutlicht, dass eine periodische Steuerung von IT-Investitionen zur systematischen Fehlallokation von Investitionsbudgets im Hinblick auf das Ziel der langfristigen Unternehmenswertmaximierung führen



kann. Insbesondere bei hohen intertemporalen Abhängigkeiten können beträchtliche Bewertungsfehler auftreten.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich mehrere Handlungsempfehlungen für Unternehmen sowohl im Hinblick auf die Gestaltung ihres Steuerungskonzepts als auch dessen IT-Unterstützung ableiten. Den Steuerungskonzepten von Unternehmen sollte für eine adäquate Bewertung von IT-Investitionen ein langfristiges Optimierungskalkül unter integrierten Ertrags- und Risikoaspekten zugrunde liegen. Dieses Optimierungskalkül sollte neben den (Stand-alone-) Risiken der stochastischen Zahlungsüberschüsse der betrachteten IT-Investitionen insbesondere auch intertemporale Abhängigkeitsstrukturen explizit berücksichtigen. Um systematische Fehlbewertungen zu vermeiden, sollten Unternehmen folglich die langfristig orientierte Ertrags- und Risikobewertung von IT-Investitionen nicht auf Basis von periodenorientierten Kennzahlen aus der kurzfristigen Unternehmenssteuerung vornehmen. Da die periodische Sicht bedingt durch die Erwartungen des Kapitalmarkts sowie gestiegene periodische Offenlegungspflichten dennoch notwendig ist, stehen Unternehmen jedoch vor der Herausforderung, beide Sichten in einem Steuerungskonzept zu integrieren. Ein solches Steuerungskonzept sollte eine Zielfunktion zur Maximierung des Unternehmenswerts besitzen und dabei zugleich kurzfristig orientierte Anforderungen wie unter anderem Erwartungen externer Stakeholder, regulatorische Auflagen, Liquiditätsrestriktionen und Limitationen der Risikotragfähigkeit der Unternehmung zum Beispiel in Form von periodischen Nebenbedingungen berücksichtigen. Hinsichtlich der IT-Unterstützung einer langfristig orientierten Ertrags- und Risikobewertung von IT-Investitionen ergeben sich zwei zentrale Handlungsempfehlungen. Zum Einen sollte der vorgestellte modelltheoretische Ansatz als Grundlage für die fachliche Konzeptionierung eines Entscheidungsunterstützungssystem finden. Neben der reinen Umsetzung der Berechnungsfunktionalität sollte ein solches Entscheidungsunterstützungssystem dabei auch eine für Management-Zwecke geeignete Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse leisten können [36]. Zum Anderen sollten Unternehmen darauf achten, eine umfangreiche Datenhistorie über vergangene bzw. laufende IT-Investitionen anzulegen. Auf dieser Basis kann eine IT-unterstützte Schätzung der zentralen Modellparameter wie zum Beispiel der intertemporalen Korrelationen vorgenommen werden und die Aussagekraft des Modells durch Verwendung fundiert geschätzter Parameter erhöht werden. Die Wirtschaftsinformatik-Community kann einen hilfreichen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung dieser Handlungsempfehlungen leisten. Durch ihren interdisziplinären Charakter kann die Wirtschaftsinformatik bestehende finanzwirtschaftliche Steuerungskonzepte weiterentwickeln und zugleich eine adäquate Umsetzung im Rahmen von Informations- und Kommunikationssystemen gewährleisten.

Unter den getroffenen Annahmen weist das vorgestellte Modell allerdings auch Schwächen auf, woraus sich zugleich Anknüpfungspunkte und Erweiterungsmöglichkeiten für zukünftige Forschung ergeben:

- Im vorliegenden Modell trifft die Unternehmung alle Investitionsentscheidungen zum Zeitpunkt  $t=0$ . Wird die diesem Beitrag zugrundeliegende Fragestellung zu einem dynamischen Optimierungsmodell mit mehreren Entscheidungszeitpunkten erweitert, ist es zusätzlich möglich, im Zeitablauf variierende Informationen in die Analyse mit einzubeziehen.
- Die langfristige und die periodische Steuerung werden in diesem Modell jeweils separat betrachtet. Im Rahmen einer

kurz-/langfristig integrierten Steuerung von IT-Investitionen könnten zusätzlich periodische Nebenbedingungen in einem langfristigen Entscheidungskalkül berücksichtigt werden, um sowohl dem Ziel der langfristigen Wertsteigerung als auch den periodischen Ergebnisanforderungen gerecht zu werden.

- Weiterer Forschungsbedarf besteht weiterhin in der Entwicklung geeigneter Schätzverfahren für die wesentlichen Modellparameter wie z.B. die intertemporalen Korrelationen. Dabei sind insbesondere die spezifischen Charakteristika von IT-Investitionen zu berücksichtigen (zum Beispiel schwierige Vergleichbarkeit aufgrund Einmaligkeitscharakter).

Trotz der genannten Restriktionen konnte mit dem vorliegenden Beitrag gezeigt werden, dass eine periodische Steuerung von IT-Investitionen dem Ziel einer langfristigen Steigerung des Unternehmenswerts nur unzureichend gerecht wird und die in der Unternehmenspraxis verbreitete kurzfristige Orientierung an periodischen Ergebnissen zu überdenken ist. Dies verdeutlicht die Bedeutung langfristig ausgerichteter Bewertungskalküle zur Steuerung von IT-Portfolios im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung.

## 5 Literatur

- [1] Au, Y. A. und Kauffman, R. J. 2003. What do you know? Rational expectations in information technology adoption and investment. *Journal of Management Information Systems* 20, 2, 49-76.
- [2] Bamberg, G., Coenenberg, A. G. und Krapp, M. 2008. *Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre*. Vahlen, München.
- [3] Bamberg, G., Dorfleitner, G. und Krapp, M. 2004. Zur Bewertung risikobehafteter Zahlungsströme mit intertemporaler Abhängigkeitsstruktur. *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis* 56, 2, 101-118.
- [4] Bardhan, I., Bagchi, S. und Sougstad, R. 2004. Prioritizing a Portfolio of Information Technology Investment Projects. *Journal of Management Information Systems* 21, 2, 33-60.
- [5] Benaroch, M. und Kauffman, R. 1999. A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments. *Information Systems Research* 10, 1, 70-86.
- [6] Deloitte 2009. *Global Risk Management Survey 2009*. 19.09.2009. [http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/dtt\\_fsi\\_Global%20Risk%20Management%20Survey-Fifth%20Edition\\_20070328.pdf](http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/dtt_fsi_Global%20Risk%20Management%20Survey-Fifth%20Edition_20070328.pdf).
- [7] Dewan, S., Shi, C. und Gurbaxani, V. 2007. Investigating the Risk-Return Relationship of Information Technology Investment: Firm-Level Empirical Analysis. *Management Science* 53, 12, 1829-1842.
- [8] Domschke, W. und Drexl, A. 2005. *Einführung in Operations Research*. Springer Verlag, Berlin.
- [9] Dörner, W. 2003. *IT-Investitionen: Investitionstheoretische Behandlung von Unsicherheit*. Kovac, Hamburg.
- [10] El Hage, B. und Bechmann, T. 2003. Informationstechnologie als Wettbewerbsfaktor. *Vertragsunterlagen Euroforum-Konferenz*, Zürich.
- [11] Fichman, R. G., Keil, M. und Tiwana, A. 2005. Beyond Valuation: Options Thinking in IT Project Management. *California Management Review* 47, 2, 74-96.

- [12] Franke, G. und Hax, H. 2009. *Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt*. Springer, Berlin.
- [13] Graham, J. R., Harvey, C. R. und Rajgopal, S. 2005. The economic implications of corporate financial reporting. *Journal of Accounting and Economics* 40, 1-3, 3-73.
- [14] Hoppermann, J. 2007. *Banking Platform Renewal: Sizing the Market*. 2007. <http://www.forrester.com/ER/Press/Release/0,1769,1040,00.html>.
- [15] IBM Business Consulting Services 2005. *Reaching efficient frontiers in IT investment management*. [https://www-935.ibm.com/services/de/bcs/pdf/2006/reaching\\_efficient\\_frontiers.pdf](https://www-935.ibm.com/services/de/bcs/pdf/2006/reaching_efficient_frontiers.pdf).
- [16] IT Governance Institute 2008. IT Governance Global Status Report - 2008.
- [17] Jeffery, M. und Leliveld, I. 2004. Best Practice in IT Portfolio Management. *MIT Sloan Management Review* 45, 41-49.
- [18] Kargl, H. 2000. IV-Strategie. In *IV-Controlling, Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen*, Dobschütz, L. v., Bart, M., Jäger-Goy, H., Kütz, M. and Möller, H. Eds. Gabler, Wiesbaden, 39-74.
- [19] Kauffman, R. J. und Weill, P. 1989. An evaluative framework for research on the performance effects of information technology investment. In *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Information Systems*, Boston.
- [20] Koch, F. A. 2007. *IT-Projekt recht*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [21] Kohli, R. und Grover, V. 2008. Business Value of IT: An Essay on Expanding Research Directions to Keep up with the Times. *Journal of the Association for Information Systems* 9, 1, 23-39.
- [22] Krcmar, H. 2010. *Informationsmanagement*. Springer, Berlin.
- [23] Laux, H. 2007. *Entscheidungstheorie*. Springer, Berlin.
- [24] Maizlish, B. und Handler, R. 2005. *IT (Information Technology) Portfolio Management Step-by-Step: Unlocking the Business Value of Technology*. Wiley, Hoboken.
- [25] Markowitz, H. M. 1952. Portfolio Selection. *The Journal of Finance* 7, 1, 77-91.
- [26] McFarlan, F. W. 1981. Portfolio approach to information systems. *Harvard Business Review* 59.
- [27] Peter Weill, S. A. 2006. Generating Premium Returns on Your IT Investments. *MIT Sloan Management Review* 47, 2, 39.
- [28] Renkema, T. J. W. und Berghout, E. W. 1997. Methodologies for information systems investment evaluation at the proposal stage: a comparative review. *Information and Software Technology* 39, 1, 1-13.
- [29] Rose, J. M., Rose, A. M. und Norman, C. S. 2004. The evaluation of risky information technology investment decisions. *Journal of Information Systems* 18, 53.
- [30] Santhanam, R. und Kyparisis, G. J. 1996. A decision model for interdependent information system project selection. *European Journal of Operational Research* 89, 2, 380-399.
- [31] Schryen, G. 2010. Preserving Knowledge on IS Business Value - What Literature Reviews have done. *Business & Information Systems Engineering* 52, 4, 233-244.
- [32] Schwartz, E. S. und Zozaya-Gorostiza, C. 2003. Investment Under Uncertainty in Information Technology: Acquisition and Development Projects. *Management Science* 49, 1, 57-70.
- [33] Standish Group 2005. *Third Quarter Report*. 2005. [http://www.standishgroup.com/sample\\_research/PDFpages/q3-spotlight.pdf](http://www.standishgroup.com/sample_research/PDFpages/q3-spotlight.pdf).
- [34] Steinhauer, L. 2007. *Die Objektivierung des kapitalmarktorientierten Value Reporting*. Josef Eul Verlag, Lohmar.
- [35] Steria Mummert 2006. *IT Budget 2006*. 2006. <http://www.steria-mummert.de/presse/pressearchiv/4.-quartal-2006/informationstechnologie-soll-unternehmen-vor allem-beim-sparen-helfen>.
- [36] Stickel, E. 1999. Die Bewertung von IV-Entwicklungsprojekten mit Methoden der Optionspreistheorie. In *Electronic Business Engineering*, Scheer, A. and Nüttgens, M. Eds. Physica, Heidelberg, 685-707.
- [37] Sylla, C. und Wen, H. J. 2002. A conceptual framework for evaluation of information technology investments. *International Journal of Technology Management* 24, 2, 236-261.
- [38] Taudes, A., Feurstein, M. und Mild, A. 2000. Options analysis of software platform decisions: A case study. *MIS Quarterly* 24, 2, 227.
- [39] Verhoef, C. 2005. Quantifying the value of IT-investments. *Science of Computer Programming* 56, 3, 315-342.
- [40] von Hohenbalken, B. und Tintner, G. 1974. Mathematische Programmierung und ihre Anwendung auf die Wirtschaft. *Journal of Economics* 34, 1, 1-44.
- [41] Walter, S. G. und Spitta, T. 2004. Approaches to the Ex-ante Evaluation of Investments into Information Systems. *Wirtschaftsinformatik* 46, 3, 171-180.
- [42] Weber, J., Bramseman, U., Heineke, C. und Hirsch, B. 2004. *Wertorientierte Unternehmenssteuerung: Konzepte-Implementierung-Praxisstatements*. Gabler, Wiesbaden.
- [43] Webster, J. und Watson, R. T. 2002. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 26, 2, xiii-xxiii.
- [44] Wehrmann, A. und Zimmermann, S. 2005. Integrierte Ex-ante-Rendite-/ Risikobewertung von IT-Investitionen. *Wirtschaftsinformatik* 47, 4, 247-257.
- [45] Wehrmann, A., Heinrich, B. und Seifert, F. 2006. Quantitatives IT-Portfoliomanagement: Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern. *Wirtschaftsinformatik* 48, 4, 234-245.
- [46] Weill, P. und Broadbent, M. 1998. *Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology*. Harvard Business School Press.
- [47] Wiczorrek, H. W. und Mertens, P. 2007. *Management von IT-Projekten - Von der Planung zur Realisierung*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [48] Zimmermann, S. 2008. Governance im IT-Portfoliomanagement - Ein Ansatz zur Berücksichtigung von Strategic Alignment bei der Bewertung von IT. *Wirtschaftsinformatik* 50, 5, 357-365.

# Dynamics of the Amount of Control in Offshore Software Development Projects

Robert Hartmann

Accenture  
Anni-Albers Str. 11  
80807 Munich  
Germany  
+49 175 5766471

robert.x.hartmann@  
accenture.com

Dr. Martin Wiener

University of Erlangen-Nuremberg  
Lange Gasse 20  
90403 Nuremberg  
Germany  
+49 911 5302-859

martin.wiener@  
wiso.uni-erlangen.de

Dr. Ulrich Remus

University of Canterbury  
Private Bag 4800  
Christchurch  
New Zealand  
+64 3 364-2618

ulrich.remus@  
canterbury.ac.nz

## ABSTRACT

This paper investigates changes in the variety and intensity of formal and informal control mechanisms in offshore software development (OSD) projects. Based on a comparative case study approach our results confirm existing findings such as that the amount of control varies across different projects stages, but also contribute with new findings. For example, we found that particularly the quality of project deliverables in early project phases will lead to an increase of the amount of formal control. However, these quality problems do not necessarily lead to an increase of informal control. In return, an increase in quality of deliverables will subsequently decrease the amount of control. An important finding is that in contrast to prior studies our results do not support that the amount of control is directly related to project success. Altogether, our study contributes to the further understanding of the dynamics of the amount of control, its influencing factors and its relationship to project success.

## Keywords

Offshore Software Development, Control Theory, Offshoring, Dynamics of Control, Amount of Control

## 1. INTRODUCTION

Offshoring of tasks or processes is among the most discussed topics in both practitioner and academic literature [1]. In past years, the offshoring industry grew significantly to \$ 80 billion in 2008 [2]. It is predicted that this growth will continue in the next five years by a compound annual growth rate of around 6.4% [3],

regardless of the economic downturn [2]. Offshoring tasks or entire processes are not new phenomena. Already in the early 90s it became popular with Kodak shifting the operation of its information center to a global provider which was partly located in India [4, 5].

This paper focuses on offshore software development (OSD), which is defined as the design, development and testing of software by a supplying organization located in a foreign, low-cost country. Nowadays, OSD is widely conducted, not only by Fortune 1000 companies. This has several reasons such as cost benefits, flexibility gains [6], increased project management and process quality by OSD providers [7]. While OSD offers a lot of opportunities and benefits, it also poses some specific challenges. Compared to in-house or domestically outsourced projects, offshore software projects are more prone to failure [8]. Apart from traditional software project risks, OSD is exposed to additional risks caused by language and cultural differences [9, 10, 11], geographic distance [9, 12, 13], knowledge transfer difficulties [14, 15, 16], and challenges with regard to control and coordination [17, 18, 19].

One approach for managing risks associated with OSD is the exercise of control. The OSD context imposes several unique challenges in terms of how the client monitors, evaluates, and rewards or sanctions the supplier [20, 21]. Due to differences in cultures and goals, both client and supplier are strongly influenced by opportunistic behavior of the project partner [22]. For instance, on the one hand, the client may be worried about the supplier delivering inadequate software quality and thus may try to increase control. On the other hand, the supplier may fear that the client will change requirements late in the project. Moreover, some clients prefer interpersonal interactions which the supplier may regard as too costly and restrictive. Differences in perspectives like those described may cause the two companies to drag project control in different directions [23]. Furthermore, geographical distance further complicates control. It limits the ability of both parties to meet on a regular basis. As a result, receiving regular feedback and socializing to build up and maintain interpersonal relationships is difficult. To summarize, finding the right balance out of a variety of different control mechanisms and 'customizing' these mechanisms to the specific project context remain among the biggest OSD challenges.

Previous research has mainly focused on the control variety and intensity within portfolios of control – the amount of control [24,

25]. Prior research has also investigated the dynamics of control in terms of how control changes across different project stages [21, 25]. However, no research has tried to combine these two streams of research, even though this has important implications for managers of OSD projects, trying to exercise the right mix of control mechanisms in each of the project phases.

Thus, this paper tries to address this gap by investigating the changes in the variety and intensity of formal and informal control mechanisms across different phases of OSD projects. In particular, the paper tries to identify important factors that trigger changes in the amount of control in different project phases. Furthermore, these findings are linked to project success, suggesting refining the relationship between amount of control and success variables. Using a comparative case study approach, we propose seven propositions refining the relationship between the amount of control and its influencing factors across different phases of control.

## 2. THEORETICAL BACKGROUND

### 2.1 Exercise of Control

In accordance with previous studies, this paper's views control in a behavioral sense, which means that the controllees are influenced to act according to objectives and goals set by the controller [26]. This view is based on agency and organization theories and is consistent with prior IS studies [20, 24, 25, 27].

Usually, a control situation involves an individual exercising control (the controller) and an individual being controlled (the controllee) [20]. However, this clear distinction becomes difficult in the OSD context [25]. For instance, the controller and the controllee may not be single individuals but teams of individuals representing their organizational unit or organization respectively. Furthermore, in an OSD project the supplier project manager may be controlled by the client and, in turn, may control the supplier project team members. Often, project managers prevent direct contact to the supplier's project team making it difficult to directly influence their behavior [20].

Category	Mode	Approach
<b>Formal control</b>	<i>Behavior</i>	Definition and monitoring of the process to achieve desired outputs
	<i>Outcome</i>	Specification and measurement of outputs (both interim and final)
<b>Informal control</b>	<i>Clan</i>	Reliance on the group, or clan, to monitor and control itself
	<i>Self</i>	Reliance on the individuals to monitor and control themselves

**Table 1: Control modes**

From a behavioral perspective four control modes can be distinguished (see Table 1). These four control modes can be grouped into formal and informal control modes. Formal control can be viewed as a performance evaluation strategy [28] and are split into behavior and outcome control. *Behavior control* is exercised when procedures and rules that are applied are pre-specified and if rewards are based on the extent to which the controllee follows the procedures [26, 28]. *Outcome control* can be exercised when targets or specific outcomes are specified and when the controllee is rewarded for meeting these given goals.

In contrast to formal modes of control, which ignore self-regulating and interpersonal dynamics that influence behavior, informal controls embrace social or people strategies [28, 29]. Informal controls consist of clan and self control. *Clan control* is likened to the cohesive practices of a group and is typified by the degree to which all members of a group are committed to achieving group goals. *Self control* is solely reliant on an individual's ability to monitor and control their own behaviors, with appropriate rewards and sanctions as required.

Various control mechanisms are available – some of them can also be used for exercising more than one control mode. Typically, the controller uses a portfolio of control consisting of several control mechanisms of different control modes [27]. This portfolio is subject to modifications and adoptions throughout the entire project [20, 25], frequently referred to as the dynamics of control [24, 25].

### 2.2 Amount of Control

This paper adopts Rustagi et al.'s notion of the amount of control. They define the amount of control as “the variety of mechanisms used by a client to exercise control over a vendor and the extent to which each of those mechanisms is used” [1, p. 129]. Consequently, it can be said that the amount of control consists of the two determinants: *variety* and *intensity*.

Most previous research has only focused on the variety of control mechanisms in offshored or outsourced software development [24, 25]. However, particularly little effort was undertaken to measure the variety per control mode as well as the control intensity within a portfolio/mode. Here, clients usually have mechanisms that they primarily rely on, whereas they use other mechanisms as supplement [1]. Although previous studies found empirical evidence that there is a positive relationship between the total amount of control and (project) performance [33, 34], there is no recent research taking into account the more precise definition of Rustagi et al.'s notion of the amount of control.

### 2.3 Dynamics of Control and Influencing Factors

Dynamics of control describe how the used control mechanisms change during the project. Choudhury and Sabherwal [25] and Heiskanen et al. [30] explored those dynamics of control through the lens of encounters and episodes. They distinguish between stable, long periods—called episodes—and disrupting events between those episodes—called encounters. For instance, in the OSD context, the completion of the requirements specification can be seen as such an encounter ending the episode of requirement determination [25]. Kirsch [24] argues that controllers usually build their starting control portfolio by investigating what formal control mechanisms are available. Then these control mechanisms are evaluated. As a result, suitable mechanisms are kept, inadequate mechanisms dropped, or new appropriate mechanisms added to the initial control portfolio. Subsequent changes in control choices are then triggered by factors in the project, stakeholder, and global contexts.

While there is considerable prior research on the factors that influence the exercise of control in general, there is only very little on the factors influencing the amount of control, in particular across different project phases. Typically, factors that influence the general choice of control can be categorized into controller and controllee [1, 26, 27, 28], project [20, 24, 25], relationship [4, 24, 25], and task characteristics [24, 26, 27, 43]. Factors in these

categories (e.g., project-related knowledge, project performance, project stage, resource availability, task complexity, and task uncertainty) may also impact the amount of control exercised in various project stages to various degrees, but still this has not been sufficiently discussed in literature. So far, current research indicates that the project stage would influence the choice of control mechanisms [20, 25, 31]. Often, in some phases certain mechanisms prove to be inefficient and are therefore removed. Often, during later stages of the project other phase-specific mechanisms are added (such as testing) [25]. Other authors [20, 25, 32] found a relation between project performance, control and certain triggering factors. They note that decreasing project performance, often represented by decreasing deliverable quality, would lead to an increase in control. For instance, Sabherwal and Choudhury [21, 25] state that behavior and clan control are introduced or increased in certain phases if problems occur during the project.

## 2.4 Project Success

Previous studies found empirical evidence that there is a positive relationship between the total amount of control and (project) performance [33, 34]. In the IS literature, two ways of measuring project success are popular [35]. The first method is to measure the extent to which the initial expectations are met. The second method is to determine the level of overall satisfaction with the offshoring agreement. This paper uses a mixture of both methods considering several success variables, such as delivery in time, project costs, project quality [36] and customer satisfaction with the offshoring agreement [35].

## 3. RESEARCH METHODOLOGY

In order to answer our research questions, we adopted a comparative case study approach, guided by the process described by Eisenhardt [37]. She draws from both interpretivists and positivists in developing her theory-building process. Similar to Kirsch's study on the dynamics of control [20], our research approach was designed to investigate pre-identified constructs from a positivist view as well as to surface new constructs in an interpretive manner [20]. This hybrid approach can be characterized as "soft positivism" or "scientific realism" [38].

Our rationale for selecting cases was based on purposeful maximum sampling in order to show different perspectives on the issue [44]. Therefore, our cases were heterogeneous in terms of scope, clients, suppliers, and outsourcing locations. In particular, cases were selected in which a significant number of employees were located either offshore or nearshore. Such projects tend to be particularly challenging for the project management, requiring a wide range of control mechanisms. In order to allow for comparison across cases only cases that followed a sequential project phase methodology were selected. This resulted in a selection of nine OSD project cases.

### 3.1 Cases

A short description of each case including general information about project volume, employees involved, outsourcing location, etc. can be found in the appendix (Table 2) as well as the amount of control in the corresponding project phases (Table 3).

About half of the cases included farshoring to countries in Asia such as India. Two cases examined nearshoring arrangements to Eastern European countries (Poland and Slovakia). The remaining cases covered nearshoring projects in Africa or Western Europe (e.g., Italy and Spain). One quarter of the projects involved

captive offshoring, meaning that the supplier is a legal entity of the client. The other cases were about offshore outsourcing, connoting that the project was either outsourced to a multinational service provider with offshoring capabilities or a local vendor in an offshore/nearshore country.

Our study covers various project volumes, ranging from € 20.000 to more than € 100 million. A vast majority of the cases had a total project volume of less than € 5 million. Half of the clients negotiated time and material contracts. One client added a cap limit to the contract to minimize possible additional costs. All other clients had fixed price agreements with their vendors. The offshore team size varied from 4 to over 300. However, around half of the regarded projects involved less than 50 offshore employees. The length of the projects ranged from 4 months for a web-portal development to over 6 years for a SAP implementation involving multiple rollouts in different locations. Five projects had duration of less than 2 years.

### 3.2 Data Collection

Between February and April 2010, we interviewed 12 project and program managers. The semi-structured interviews followed Myers and Newman's guidelines for qualitative interviewing [39]. Due to the very large size of some projects, work stream leads were interviewed as well. The average interviewee had almost twelve years of IT working experience and around five years of offshore experience. The interviews lasted between one and two hours. Before the interviews, an interview guideline was sent to all participants. This guideline contained definitions of control, the research objectives and a set of sample questions. For simplifying the analysis of the data, the authors introduced a generic three phase project model consisting of the stages requirements determination, system development and system implementation. The interview partners were then asked how control was carried out in each project phase. In order to avoid interview bias, questions and the following discussions were adapted to the interview partner's specific context and role. We also interviewed multiple project team members in each case. This helped in refining and validating the findings. In case of any discrepancy in the statements or findings, they were solved together with the interview partners.

The interview itself was split into three parts. In the first part, general information about the interview partner and the project under study was gathered. The second part consisted of questions regarding the variety of control mechanisms applied and the intensity with which these mechanisms were exercised. For this reason, a non exhaustive list of control mechanisms for each control mode was used in the interviews. Here, the interviewee was asked open questions regarding the mechanisms. Not yet listed mechanisms were added to the list. After this open discussion part, the interviewer asked specifically for the remaining, not mentioned mechanisms in the list. The intensity was determined by asking the interview partner which mechanisms or modes were relatively important compared to others. Sometimes a top list was compiled together with the interviewee. Next, the influencing factors for the identified amount of control were discussed. The third part consisted of simple questions for evaluating the outcomes and the success of the respective offshore software project.

### 3.3 Data Analysis

For data analysis, the interviews were merged into nine case summaries. These were then checked by the interview partners for

correctness and completeness of the data. In order to avoid bias, other project team members reviewed the case summary in most cases. To achieve a more macro view on each case, we compared across cases. The following steps were carried out:

#### **Step 1: Identification of amount of control per project phase**

In order to identify the amount of control per project phase, we performed the following steps for each project and project phase:

First, the mechanisms of each control mode were determined and counted. The intensity of each control mode was estimated by deriving it from the cases (from very low to very high). Second, the variety of mechanisms was translated into a qualitative variable (see scale above). Here, we went through all projects to determine the maximum number of concurrently used mechanisms within one control mode. For instance, the highest number of mechanisms applied for outcome control was 10. Thus, 10 represented the highest achievable variety for this control mode, 0 the lowest. This method was applied for the other control modes as well. Third, by calculating the average between both variables we derived the amount of control from the identified mechanism variety and intensity. In cases where the amount was in between two values, it was rounded up. The results were verified by reviewing the cases again. Finally, the overall amount of control was calculated by using the average of all control modes. The overall amount of control was checked by again comparing the result with the case description.

#### **Step 2: Identification of influencing factors**

During the interviews, we asked about changes in control mechanisms and intensities in all project phases. We also asked if there were any concerns regarding too much or too little control exercised by the client. In addition, with the help of the interviewee we identified disrupting events or changing external or internal influences in the projects. This helped identifying influencing factors for the dynamics of control.

This procedure was followed for each of the project phases, enabling us to examine changes across different project phases. The factors influencing the amount of control were determined by analyzing answers to the open questions posed during the interviews. After a couple of interviews, the common drivers for the control amounts emerged and the open questioning was extended by direct questions regarding specific influencing factors.

#### **Step 3: Drawing conclusions**

In order to draw conclusions, the findings had to be aggregated on the case level. This was done with the help of overview charts. By examining these overview charts, patterns shared by the projects were identified. In addition, project characteristics and the information gathered during the interviews were used for explaining the control changes during the project. We also identified cross-case patterns, investigated salient features in the case descriptions, and tried to explain possible (statistical) outliers by using available case data. Finally, data on project success was mapped to the amount of control. All findings were subsequently compared with previous research in order to draw final conclusions and explain the findings.

## **4. AMOUNT OF CONTROL ACROSS PROJECT PHASES**

Similar to prior research to map control to project phases a very generic three phase software project approach was used,

consisting of requirements determination, the development and the subsequent implementation phase [4]. The macro view on all projects showed that the overall amount of control ranged from low to very high. The breakdown of all amounts can be seen in the appendix (see Table 3). Most projects used a rather high amount of control.

### **4.1 Requirements Determination Phase**

All project except C4 and C11 applied control mechanisms already in the first project phase. The two exceptions had not yet brought offshore employees into their projects due to trainings or lack of need. C10 on the other hand, brought in their offshore team in the middle of the requirements analysis phase.

In particular, C2, C3, C6 and C7 used high amounts of outcome control. In contrast, C8 and C10 applied only medium amounts of control. C8's medium outcome control was the result of the vendor not thoroughly reviewing the results in that phase. C10 brought in the offshore team after half of the phase, when a lot of work had already been conducted. All sequential projects used project plans with deadlines and milestones. Other popular mechanisms included reviewing deliverables, controlling the client's prototypes, preliminary deliverables and functional specifications. This finding supports Choudhury and Sabherwal [25] findings that control portfolios in outsourced software projects are dominated by outcome control, especially in the beginning of the project.

Behavior control was also exercised to a high extent. In four cases the amount of control was high (C2, C3, and C6) to very high (C7). In most of these cases team travelling communication mechanisms were heavily used. In contrast, C8, C10 and C12 had rather low amounts of behavior control in place, mainly because the client was only able to directly influence the vendor management but not the individuals, a phenomenon which typically occur in OSD settings.

The amount of clan control varied significantly in the cases. On the one hand, projects such as C2, C3 and C7 utilized a broad range of clan control mechanisms. Temporary co-location was one of the key factors for these high amounts of clan control. On the other hand, other projects such as C6, C10 and C12 neglected clan control in the first phase. Reasons for this varied: in C6, for example, client and offshore teams were brought together later in the project; in C12 the project managers thought that clan controls were not necessary or even inefficient in this phase; and finally in C10 the vendor tried to hide the project staff behind anonymous services.

The amount of self control ranged from very high (C7) to very low (C10 and C12). In general, self control was the least used control mode. The data did not indicate a link to project size, strategic importance or any other variable, thus suggesting other factors being important predictors of self control. For example data from C7 shows that the high amount of informal control, in particular self control was strongly influenced by experiences gathered from prior OSD projects. In C10 the project manager had bad experiences in using informal control, so the project setup did not plan for these kinds of controls.

### **4.2 System Development Phase**

In the system development phase, all projects utilized the near-/offshore resources for software development tasks. This phase was characterized by an increase of the amount of control.

As in the previous phase, *outcome control* remained the most important control mode. Moreover, in five of nine cases, the amount of outcome control was enhanced compared to the requirements determination phase (e.g. C2, C6, C7, C8 and C10). In the rest of the cases, the amount stayed on the same levels as in the previous phase. This increase is the result of new outcome control mechanisms being added to the existing portfolio. For instance testing, code reviews etc. supplemented existing outcome controls (see section 5). Another reason is that some projects ran into problems requiring an increase in outcome control.

The amount of *behavior control* increased in this phase as well. In C2, C6, C8 and C10 for instance, it increased, whereas it stayed on the same level in the other cases. Team travelling and intense communication were the drivers for this increase. In C4 and C11 exercising behavior control was difficult, because of the vendor trying to inhibit direct influence and monitoring of behavior. However, behavior control was still the second most popular control mode and our data shows a moderate increase of the amount of behavior control. This confirms Choudhury and Sabherwal's [25] findings that behavior control mechanisms are often added later in the project. For instance in C6 intense communication and collaboration also intensified the amount of behavior control, exercised by mechanisms such as imposing procedures guiding programming, documenting and testing.

*Clan control* increased in three of nine projects (C6, C8 and C10). This was caused by intensified team travelling during system development. In C7 the amount of clan control decreased, because the co-location was abandoned due to cost reasons. In C4 and C11 the offshore sources had just been added to the project. Due to the vendor preventing direct contact, the amount of clan control was rather low in these two projects.

*Self control* only increased in two projects (and decreased in one project). The overall amount remained low compared to the other control modes. In the other projects it remained untouched.

### 4.3 System Implementation Phase

In the system implementation, some projects (e.g. C6 and C8) slowly pulled out their offshore teams. No data on this phase was available in C2, because the project had not yet started with system implementation.

In three cases the amount of *outcome control* was reduced (C7, C10 and C11). In all other projects, the amount of control remained on a similar level. This may be explained by the removal of several outcome based controls initialized in the previous phase. For instance, in C11 extensive testing was abandoned, resulting in a lesser amount of control. In C7 on the other hand, the intensity of the existing mechanisms was reduced because of cost reasons.

*Behavior control* was also reduced (C3, C8 and C11). Again this was due to the fact that certain mechanisms of the previous phase were abandoned. For example in C4 and C9 co-location of project staff was not extensively required anymore.

The amount of *clan control* decreased in four projects (C7, C8, C10 and C11). This can be explained by the offshore sources not being involved to a high extent in the last phase. Socializing and co-location had no further use and thus, they were abandoned for those cases. However, in other projects, the amount stayed on the same level (C3, C4 and C7). The offshore sources were utilized in these phases for (multiple) roll-outs of the software. For this

reason, during this phase they were still involved to a higher degree.

*Self control* was not reduced as strongly as the other control modes. It was solely reduced in C11 due to less team travelling and socializing. This can also be explained by the rather low level of self control in most projects throughout all phases.

## 5. DISCUSSION – INFLUENCING FACTORS

What are the factors behind the changes in variety and intensity of formal and informal control mechanisms across different phases of OSD projects? This was the second part of the research question posed at the beginning of the paper. The changing amount of control during the project can only partly be explained by the changing needs in each phase [e.g. 20, 40, 31]. In addition, the global context and the influences of involved stakeholders require alterations of the amounts of control during these phases. Further explanations and refinements are consolidated into the following propositions:

***Proposition 1: Intensive testing leads to an increase of the amount of formal control***

In the system development phase intensive testing took place. In six of nine projects, testing mechanisms, code reviews or the joint specification test cases were added with high intensity to the formal control portfolio (C2, C3, C6, C7, C10 and C11). For instance, in C10 a wide range of testing mechanisms was introduced, such as regular reviews of test plans, actual module and functional tests. These mechanisms were not necessary in the first phase. In C6 an automated testing system was used for assembly and module tests. During the night, this tool tested previously checked-in code. If errors occurred, the responsible person was notified by the system about errors or warnings. Most of these newly introduced mechanisms were dropped in the following phase, because they were not required for the user acceptance or functional system test, some others continued, such as the manual user interface test (C7).

***Proposition 2: High communication intensity in the systems development phase leads to an increase of the amount of clan control***

Compared to other phases we observed a relatively high amount of clan control in the development phase. In three out of nine projects it increased. A possible explanation might be the high communication intensity in this phase, as evidenced in C6, C7 and C8. For instance, in C6 communication increased as the relationship between the client and vendor teams became closer (see also proposition 4). Another possible explanation is that cultural differences typically emerge in phases with high communication needs, such as the systems development phase. These can be facilitated by the use of informal controls [20].

***Proposition 3: Changing team involvement requires changes in the amount of formal and informal control***

In some projects, the near-/ offshore teams were introduced later in the project (e.g. C4, C10, and C11). In other projects, the offshore teams were only marginally involved in the system implementation phase (C6 and C8). This changing team involvement required changes in the amount of formal and informal control. For example, in C6 the offshore team was only marginally involved in the system implementation phase. As a result the control mechanisms were significantly reduced. Since

no outcomes were delivered by the offshore team, no outcome control was exercised at all. Communication with the Indian team members took place on demand whenever issues arose and needed clarification. This finding can partly be explained by prior research stating that the choice of particular control mechanisms further depends on the knowledge of the stakeholders as well as the relationship between these stakeholders. Thus, with new team members joining and pulling out of the project, knowledge of controller and controlee and its relationships will change as well [4].

***Proposition 4: Trust between client and OSD provider leads to a decrease of the amount of formal control and an increase in the amount of informal control***

In particular, with new team members entering the project the relationship between controller and controlee might evolve towards a more trustful relationship [20]. Trust might lead to a decrease of formal controls and an increase in informal controls [20]. This became particularly evident in C11 where the vendor shifted some of his Indian employees onsite for improving communication and increasing productivity. During these team member stays, socializing among offshore and onsite employees was an important trust building mechanism and was facilitated in particular during lunches or private conversations. Altogether trust was built up, which in turn reduced the amount of formal control in this project.

***Proposition 5a: Quality problems during the project lead to an increase of the amount of formal control***

In total, four of the nine projects ran into quality problems during the project (C2, C3, C8 and C11). These were mainly caused by conflicting perceptions in quality or miscommunication. In some projects deadlines elapsed without delivery of satisfactory results from the vendor. As a result, the client increased the amount of formal controls in all projects but C8. In C8 the client trusted the vendor in solving the quality issues himself. While most clients increased both outcome and behavior control (C2 and C3) one client enhanced solely the amount of outcome control (C11).

This result is not surprising and various authors have argued that project performance problems influence control [25, 20, 41]. Rustagi et al. [1] findings support the claim that task uncertainty which may be caused by erratic quality is positively associated with the total amount of formal control. Moreover, Heiskanen et al. [32] investigated the influence of project performance problems on outcome control. They found that when quality problems arise, clients mitigate this by extending the amount of outcome control. Sabherwal and Choudhury [21, 25] partly support this finding as well. They found out that if problems arise, the client usually introduces more behavior and clan control. Interestingly, our data only supports a positive relationship between project performance problems and behavior control but not between project performance problems and clan control.

***Proposition 5b: Quality problems during the project do not necessarily lead to an increase of the amount of informal control***

Researchers have discussed the relationship between project performance problems and control [25, 20, 41]. Sabherwal and Choudhury [21, 25] stated that usually clan control is enhanced or introduced when problems occur in a project. This relation is not supported by our data. As described above, four projects ran into quality problems (C2, C3, C8 and C11). However, in our cases the

amount of informal control seemed to be unrelated to those emerging quality issues. In C2 and C3 the amount of informal control remained on a similar level. The problems were instead mitigated with the help of formal control. In C8 the amount of control was slightly increased. This was done because the client trusted the vendor to solve the issues himself. C11 showed an increase of the amount of formal control after the problems occurred, while the informal control was minimally decreased. This was the result of the vendor trying to prevent direct governance and control between the client and his offshore sources.

***Proposition 5c: Quality problems during the project lead to the introduction of new control mechanisms***

As described above, in some phases entirely new mechanisms are introduced, whereas others are abandoned. A good example is the usage of additional deliverable control mechanisms. In a few cases the vendor was required to present prototypes for reviews (C7, C8 and C12). Other examples of this practice include C2, where additional new outcome control mechanisms were added, such as preliminary deliverables, which were then pre-checked by the client. As a result, due to poor quality of early deliverables the intensity of outcome control increased significantly.

***Proposition 6: Good quality of deliverables reduces the amount of control***

In a few cases (C3, C11) the quality of deliverables increased, after having tackled the quality problems encountered in prior phases. In general we found that the client reduced the amount of control after the project was running smoothly. One possible explanation for this is that the introduction of high amounts of control will also increase the costs associated with these controls. As soon as the project requires less attention, control is reduced for saving costs. This relation could also be explained by an increase of trust between client and vendor after the project was running smoothly [1].

***Proposition 7: The amount of control is not directly related to project success***

Finally, we made a more general observation, not necessarily linked to the changes of the amount of control across project phases – the link between the amount of control and project success.

Project success was determined according to the method described in section 2.4. The data indicates that there is no relation between project success and control. For instance, project success in highly controlled projects such as C1 and C10 was considered to be low by the project managers. This finding contrasts previous research [18, 33, 34, 42] that found a positive relation between control and project success.

A possible explanation might be that projects with quality or scope problems tend to exercise more formal control (see proposition 5). If the project management cannot solve the quality issues, the overall amount of control may remain on a high level. Thus, despite a high amount of control, the desired project success might not be achieved. Another interviewed manager (C9) stated that by monitoring the vendor too closely, possible problems are uncovered that would have remained undetected with low amounts of control. These detected problems are usually solved by the vendor before the deadlines and thus, they do not affect project success that much. This rather surprising result should be investigated further.



## 6. CONCLUSION AND OUTLOOK

While prior research has investigated antecedents of control in general, as well as the dynamics of control across project phases [1, 21, 24, 25], there has been only very little research on the dynamic changes in the variety and intensity of formal and informal control mechanisms across different stages of OSD projects. Thus, the unique contributions of this paper are (1) to have provided further empirical work on the still neglected area of 'amount of control', (2) to have taken on a dynamic perspective, by investigating the amount of control across different project phases, (3) to have identified important factors that trigger changes in the amount of control in these phases, and finally (4) to have challenged common assumptions that the amount of control is directly related to project success [18, 33, 34, 42]. In particular the latter is an important finding and suggests that this direct relationship needs to be revisited as there might be mediation or moderation effects responsible for these results.

The first most obvious finding confirms prior research that the amount of control varies as the project progresses [20, 25]. As such, the amount of control is strongly influenced by the project phase [e.g. 29, 40, 31]. Furthermore, our results provide a clearer picture on control modes being used, their intensity in each phase and how they change across phases. For example, in both the systems determination phase and the system development phase in seven out of nine projects the amount of formal control increased (C2, C6, C7, C8, and C10) or stayed on the same level (C3, C12). Our data also shows a moderate increase of the amount of behavior control, thus confirming Choudhury and Sabherwal's [21, 25] findings that behavior control mechanisms are often added later in the project.

Additionally, we could confirm that quality problems during the project lead to an increase of formal amount of control [1]. However, these problems do not necessarily lead to an increase of informal amount of control, in particular clan control [21, 25]. In return, an increase in the quality of deliverables will decrease the amount of control in subsequent project phases. In general it was interesting to see that in all projects self-control played a minor role. This certainly warrants further attention and calls for further in-depth studies to explore possible explanations for this finding. Furthermore, we found that intensive testing will lead to an increase of the amount of formal control, whereas trust will lead to a decrease of the amount of formal control. We also found that changing team involvement required changes in the amount of formal and informal control. So far, this finding has not been acknowledged in prior literature.

There are, of course, limitations to our study that may provide interesting paths for future explorations. First, we made some trade-offs in regard to measuring the amount of control. Here, the variety of control mechanisms was determined in relation to the maximal number of mode-specific mechanisms in all examined projects whereas the intensity of each mechanism was determined by relating this control mechanism to all other mechanisms used in a particular project. Second, this research made no distinction between far- and nearshoring within the same OSD project. In all three corresponding cases (C3, C6, and C11), far- and nearshore teams were using different control modes. Therefore, it might be interesting to further explore these differences with regard to control choices and amounts within the specific sub-projects. Finally, our data was drawn from a comparative case study approach resulting in a number of propositions. The next logical

step would be to further refine some of these propositions and test these with the help of a large-scale quantitative study.

Altogether, this study contributes to the further understanding of the complex interplay between the amount of control, its influencing factors and its relationship to project success.

## 7. REFERENCES

- [1] Rustagi, S.; King, W. R.; Kirsch, L. J. 2008. Predictors of Formal Control Usage in IT Outsourcing Partnerships. *Information Systems Research*, 19 (2), pp. 126-143.
- [2] McKinsey 2009. Strengthening India's offshoring industry. *McKinsey on Business Technology*, Number 16 Summer 2009, pp. 19-22.
- [3] Datamonitor 2009. *Industry Profile: Global IT Services*. Date April 2009, pp. 1-24.
- [4] Rao, M. T. 2004. Key issues for global IT sourcing: Country and individual factors. *Information Systems Management*, 21 (3), pp. 16-21.
- [5] Rajkumar, T. M.; Mani, R. V. S. 2001. Offshore software development. *Information Systems Management*, 18 (2), pp. 63-74.
- [6] Amoribiet, I.; Bhaumik, K.; Kanakamedala, K.; Parkhe, A. D. 2001. Programmers abroad: A primer on offshore software development. *McKinsey Quarterly* (2), pp. 128-139.
- [7] Herath, T.; Kishore, R. 2009. Offshore Outsourcing: Risks, Challenges, and Potential Solutions. *Information Systems Management*, 26 (4), pp. 312-326.
- [8] Iacovou, C. L.; Nakatsu, R. 2008. A risk profile of offshore-outsourced development projects. *Communications of the ACM*, 51 (6), pp. 89-94.
- [9] Dibbern, J.; Winkler, J.; Heinzl, A. 2008. Explaining variations in client extra costs between software projects offshored to India. *MIS Quarterly*, 32 (2), pp. 333-366.
- [10] Hofstede, G. 2001. *Culture's consequences*, 2nd edition, SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, USA.
- [11] Krishna, S.; Sahay, S.; Walsham, G. 2004. Managing cross-cultural issues in global software outsourcing. *Communications of the ACM*, 47 (4), pp. 62-66.
- [12] Carmel, E.; Agarwal, R. 2001. Tactical Approaches for Alleviating Distance in Global Software Development. *IEEE Software*, 18 (2), pp. 22-29.
- [13] Carmel, Erran; Abbott, Pamela 2007. Why 'nearshore' means that distance matters. *Communications of the ACM*, Vol. 50 Issue 10, p40-46.
- [14] Beulen, E.; Ribbers, P. 2007. Control in Outsourcing Relationships: Governance in Action. *HICSS 2007 Proceedings*, pp. 236b.
- [15] Heeks, R.; Nicholson, B. 2001. Synching or Sinking: Global Software Outsourcing Relationships. *IEEE Software*, 18 (2), pp. 54-61.
- [16] Sahay, S.; Nicholson, B., Krishna, S. 2003. *Global It Outsourcing: Software Development across Borders*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- [17] Erickson, J. M.; Ranganathan, C. 2006. Project Management Capabilities: Key to Application Development Offshore Outsourcing. *HICSS 2006 Proceedings*, Vol. 8, pp. 199b.
- [18] Narayanaswamy, R.; Henry, R. M. 2005. Effects of culture on control mechanisms in offshore outsourced IT projects. *Proceedings of the 2005 ACM SIGMIS CPR conference*, pp. 139-145.
- [19] Heeks, R.; Nicholson, B. (2001): Synching or Sinking: Global Software Outsourcing Relationships. *IEEE Software*, Vol. 18 Issue 2, p54-61.
- [20] Kirsch, L. J. 2004. Deploying Common Systems Globally: *The Dynamics of Control. Information Systems Research*, 15 (4), pp. 374-395.
- [21] Sabherwal, R.; Choudhury, V. 2009. Governance of remotely outsourced software development: A comparison of client and vendor perspectives. In R. Hirschheim, A. Heinzl, & J. Dibbern (Eds.) *Information systems outsourcing: Enduring themes, new perspectives, and global challenges* (pp. 187–222), Springer, Berlin, Germany.
- [22] Nicholson, B.; Jones, J.; Espenlaub, S. 2006. Transaction costs and control of outsourced accounting: Case evidence from India. *Management Accounting Research*, 17 (3), pp. 238-258.
- [23] Heiskanen, A.; Newman, M.; Simila, J. 1996. Software Contracting: A Process Modeling Approach. *ICIS 1996 Proceedings*, Paper 3.
- [24] Kirsch, L. J. 1997. Portfolios of Control Modes and IS Project Management. *Information Systems Research*, 8 (3), pp. 215-240.
- [25] Choudhury, V.; Sabherwal, R. 2003. Portfolios of Control in Outsourced Software Development Projects. *Information Systems Research*, 14 (3), pp. 291-314.
- [26] Kirsch, L. J. 1996. The Management of Complex Tasks in Organizations: Controlling the Systems Development Process. *Organization Science*, 7 (1), pp. 1-21.
- [27] Kirsch, L. J.; Sambamurthy, V.; Dong-Gil K.; Purvis, R. L. 2002. Controlling Information Systems Development Projects: The View from the Client. *Management Science*, 48 (4), pp. 484-498.
- [28] Eisenhardt, K. M. 1985. Control: Organizational and economic approaches. *Management Science*, 31 (2), pp. 134-149.
- [29] Jaworski, B. J. 1988. Toward a Theory of Marketing Control: Environmental Context, Control Types, and Consequences. *Journal of Marketing*, 52 (3), pp. 23-39.
- [30] Heiskanen, A., Newman M., Simila J. 1996. Software contracting: A process modeling approach. *ICIS 1996 Proceedings*. Paper 3.
- [31] Xu, B.; Yan, X.; Lin, Z. 2005. Control in Open Source Software Development, *AMCIS 2005 Proceedings*. Paper 433.
- [32] Heiskanen A.; Newman M.; Eklun, M. 2008. Control, trust, power, and the dynamics of information system outsourcing relationships: A process study of contractual software development. *The Journal of Strategic Information Systems*, 17 (4), pp. 268-286.
- [33] Tannenbaum, A., S. 1962. Control in Organizations: Individual Adjustment and Organizational Performance. *Administrative Science Quarterly*, 7 (2), pp. 236-257.
- [34] Henderson, J. C.; Soonchul, L. 1992. Managing I/S design teams: a control theories perspective. *Management Science*, 38 (6), pp. 757-777.
- [35] Dibbern, J., Goles, T., Hirschheim, R., Jayatilaka, B. 2004. Information systems outsourcing: A survey and analysis of the literature. *The Data Base for Advances in Information Systems*, Vol. 35 Issue 4, 6–102.
- [36] Fabrick, M.; Brand, M.; Brinkkemper, S.; Harmsen, F. Helms, R. 2008. Reasons for Success and Failure in Offshore Software Development Projects. In *16th European Conference on Information Systems* (Golden W, Acton T, Conboy K, van der Heijden H, Tuunainen VK eds.), p446-457.
- [37] Eisenhardt, K. M. 1989. Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14 (4), pp. 532-550.
- [38] Madill, A.; Jordan, A.; Shirley, C. 2000. Objectivity and reliability in qualitative analysis: Realist, contextualist and radical constructionist epistemologies. *British Journal of Psychology*, 91 (1), pp. 1-20.
- [39] Myers, M. D.; Newman M. 2007. The qualitative interview in IS research: Examining the craft. *Information and Organization*, 17 (1), pp. 2-26.
- [40] Prifling, M.; Gregory, R.; Beck, R. 2009. Changing Psychological Contracts and their Effect on Control Modes in IT Offshore Outsourcing Projects - A Case from the Financial Services Industry. *HICSS 2009 Proceedings*, pp. 1-10.
- [41] Prifling, M.; Gregory, R.; Beck, R. 2008. Project Management Techniques for Managing Cross-Cultural Differences in IT Offshore Outsourcing. *AMCIS 2008 Proceedings*, Paper 365.
- [42] Henderson, J. C.; Soonchul, L. 1992. Managing I/S design teams: a control theories perspective. *Management Science*, Vol. 38 Issue 6, p757-777.
- [43] Zhang, M.; Chand, D.; David, G. 2007. Exploring Control Modes in Globally Distributed IT Work Management. *AMCIS 2007 Proceedings*.
- [44] Creswell, J. 2007. *Qualitative enquiry and research design*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.

## 8. APPENDIX

Table 2. Case overview

	Case 2			Case 3		Case 4		Case 6		Case 7	
Client	Industry	Apparel	Telecommunication	High Tech	Healthcare	Software Engineering					
	Size	large	large	large	large	Small					
Project Characteristics	Headquarter	Germany	UK	Germany	Germany	Germany					
	Description	Re-development of e-commerce platform with enhancements in functionality.	Global SAP rollout project with a high degree of custom developments.	B2B enterprise application integration, migration and implementation project.	Software development for medical imaging software.	Development of an ajax, web-based system for travel businesses.					
	Delivering Organization	Vendor: Indian based, multinational service company	Vendor: Multinational service provider	Vendor: Multinational service provider	Captive: Subsidiary in India	Captive: Subsidiary in Poland					
	Cost	< 5 Mio. Euro	> 20 Mio. Euro	< 5 Mio. Euro	> 5 Mio. Euro	< 5 Mio. Euro					
	Delivery Location	Offshore: India   Onsite: Germany	Offshore: India   Nearshore: Southern Europe	Nearshore: Slovakia	Offshore: India	Nearshore: Poland					
	Project	around 75 (Vendor: 50 - 60 offshore   Client: 15 - 20)	600 (200 offshore, 100 nearshore)	15 - 30 (onsite: 3 - 8   nearshore: 12 - 22)	Over 300 (around 2/3 offshore or nearshore)	around 30 (7 nearshore, 23 onsite)					
	Duration	8 months	6 years	3 years	> 3 years	1 year					
	Contract	Fix Price	Time & Material	Fix Price	Time & Material	Time & Material					
	Problems	Quality	Quality	None	None	None					
	Success Variables	Expectations met: negative Costs: rather positive Timely Delivery: positive Satisfaction: neutral	Expectations met: positive Costs: rather positive Timely Delivery: rather positive Satisfaction: neutral	Expectations met: rather positive Costs: positive Timely Delivery: positive Satisfaction: rather positive	Expectations met: neutral Costs: positive Timely Delivery: neutral Satisfaction: rather positive	Expectations met: rather positive Costs: negative Timely Delivery: neutral Satisfaction: neutral					
Success	neutral	rather positive	positive	rather positive	Neutral						

	Case 8			Case 10		Case 11		Case 12	
Client	Industry	Chemical	Telecommunication	Measurement Instruments	Advertising				
	Size	medium	large	large	small				
Project Characteristics	Headquarter	Germany	Spain	Switzerland	Dubai				
	Description	Development of a customized solution for production control in the chemical industry.	Custom development and integration of billing related systems	SAP implementation project (most modules) with custom developments.	Arabic web portal development for commercial advertisements.				
	Delivering Organization	Vendor: Indian company with onsite management team	Vendor: Multinational service provider	Vendor: Multinational service provider	Vendor: Small, Tunisian offshore provider with				
	Cost	< 1 Mio. Euro	> 20 Mio. Euro	> 20 Mio. Euro	< 0.5 Mio. Euro				
	Delivery Location	Offshore: India	Nearshore: Spain	Offshore: India	Nearshore: Tunisia				
	Project	30 (+ 4 project management + 4 employees from Client)	Peak > 350 (Vendor: 110 onsite, > 100 nearshore)	185 (Vendor: 100 onsite/ Nearshore, 25 offshore)	4.5 (Vendor: 3.5 offshore developers)				
	Duration	15 months	3 years	4.5 years	4 months				
	Contract	Fix Price	Fix Price	Time & Material (with cap)	Fix Price				
	Problems	Quality	Time	Quality	None				
	Success Variables	Expectations met: neutral Costs: rather negative Timely Delivery: rather negative Satisfaction: neutral	Expectations met: rather negative Costs: negative Timely Delivery: negative Satisfaction: rather negative	Expectations met: rather positive Costs: rather positive Timely Delivery: rather positive Satisfaction: positive	Expectations met: rather positive Costs: neutral Timely Delivery: neutral Satisfaction: positive				
Success	neutral	rather negative	rather positive	rather positive					

Table 3. Overview of the amounts of control across project stages

Project Phases	Case	C2				C3				C4				C6				C7			
		Outcome	Behavior	Clan	Self	Outcome	Behavior	Clan	Self	Outcome	Behavior	Clan	Self	Outcome	Behavior	Clan	Self	Outcome	Behavior	Clan	Self
Requirements Determination	Amount																				
System Development	Amount																				
System Implementation	Amount	n/a	n/a	n/a	n/a																
Overall Control	Amount																				

Project Phases	Case	C8				C10				C11				C12			
		Outcome	Behavior	Clan	Self	Outcome	Behavior	Clan	Self	Outcome	Behavior	Clan	Self	Outcome	Behavior	Clan	Self
Requirements Determination	Amount																
System Development	Amount																
System Implementation	Amount																
Overall Control	Amount																

# Entwicklung eines Reifegradmodells zur Steuerung einer Multisourcing-Initiative auf Konzern-Ebene

Thomas Ph. Herz  
Universität St.Gallen  
Müller-Friedberg-Str.8  
9000 St.Gallen,  
Schweiz  
+41 71 224 2934  
thomas.herz@  
unisg.ch

Florian Hamel  
Universität St.Gallen  
Müller-Friedberg-Str.8  
9000 St.Gallen,  
Schweiz  
+41 71 224 2934  
florian.hamel@  
unisg.ch

Falk Ueernickel,  
Universität St.Gallen  
Müller-Friedberg-Str.8  
9000 St.Gallen,  
Schweiz  
+41 71 224 2934  
falk.ueernickel@  
unisg.ch

Walter Brenner  
Universität St.Gallen  
Müller-Friedberg-Str.8  
9000 St.Gallen,  
Schweiz  
+41 71 224 2934  
walter.brenner@  
unisg.ch

## ZUSAMMENFASSUNG

Zahlreiche multinationale Konzerne verfolgen heute Multisourcing-Strategien. Als Multisourcing bezeichnet man den koordinierten Bezug von Dienstleistungen von verschiedenen internen und externen Lieferanten. Im Falle eines weltweit führenden Finanzdienstleisters hat sich speziell die Implementierung des Multisourcing-Konzepts im Rahmen einer föderalen IT-Organisationsstruktur mit zahlreichen eigenständigen Geschäftseinheiten als besondere Herausforderung herausgestellt. Mit Hilfe von Aktionsforschung konnte ein Reifegradmodell entwickelt werden, dass zum Ziel hat, die Implementierung der Multisourcing-Initiative zu unterstützen, kontinuierlich den Fortschritt des Implementierungsgrades zu messen und konzernweit Transparenz zu schaffen. Als Basis dienen Konzepte etablierter Reifegradmodelle, die den Anforderungen des Multisourcing angepasst werden. Darüber hinaus werden Multisourcing-spezifische Best-Practice-Ansätze adaptiert und integriert. Mit diesem Research-in-Progress Artikel geben die Autoren einen praxisnahen Einblick in die Entwicklung einer Multisourcing-Initiative und liefern ein Governance-Instrument zur Sicherstellung der Implementierung eines Multisourcing-Konzepts in Organisationen, die durch eine föderale Struktur gekennzeichnet sind.

## Schlüsselwörter

Multisourcing, Reifegradmodell, föderale Organisationsstruktur, IT Governance, multinationale Konzerne, Aktionsforschung

## 1. EINLEITUNG

Information Technology (IT) Outsourcing war in den letzten 20 Jahren ein ständig präsent Thema im wissenschaftlichen Diskurs und stellt eine zentrale Fragestellung vieler

Untersuchungen dar. Der weltweite IT Outsourcing-Markt wurde 2009 auf ein Gesamtvolumen von 114,6 Mrd. US\$ geschätzt und wird – in Anbetracht einer jährlichen Wachstumsrate von 3% – Prognosen zufolge bis zum Jahr 2013 ein Volumen von 131,3 Mrd. US\$ erreichen [34].

In jüngerer Vergangenheit konnte ein Rückgang so genannter Mega-Deals im Rahmen von Singlesourcing-Strategien beobachtet werden. Unternehmen tendieren heute zu einem selektiven Sourcing-Ansatz, dem Multisourcing. Die auf Sourcing spezialisierte Beratungsfirma TPI hat herausgefunden, dass während der letzten Jahre Outsourcing-Verträge mit einem Volumen von mehr als 1 Mrd. US\$ – so genannte Mega-Deals – seltener und in geringerem Volumen abgeschlossen wurden, die Anzahl neu abgeschlossener Outsourcing-Verträge insgesamt hingegen angestiegen ist [15, 25].

Sowohl die wissenschaftliche als auch die praxisorientierte Literatur haben Multisourcing als aufstrebende Schlüsselstrategie modernen IT Outsourcings identifiziert [10, 19, 21, 28]. Als Multisourcing bezeichnet man den koordinierten Bezug von Dienstleistungen von verschiedenen internen und externen Lieferanten [10]. Die bedeutendsten Treiber für Multisourcing-Strategien sind der Bedarf nach Kosteneffizienz, Flexibilität und Qualität in einem dynamischen und globalen Geschäftsumfeld [21]. Trotz der hohen Relevanz des Themas haben sich wissenschaftliche Publikationen im Allgemeinen nur am Rande mit dem Konzept des Multisourcing und im Speziellen kaum mit Fragestellungen zur Governance und zum Performance Management von Multisourcing-Ansätzen beschäftigt. Darüber hinaus werden organisatorische Aspekte, wie beispielsweise die Konzernsicht oder die Sicht der Geschäftseinheiten, nicht genügend berücksichtigt [14].

Ein weltweit führender Finanzdienstleister – im Folgenden ALPHA genannt – hat dieser Tendenz folgend eine Multisourcing-Strategie entwickelt. Die Implementierung der neuen Beschaffungsstrategie in den mehr als 100 eigenständigen Geschäftseinheiten hat sich dabei als besondere Herausforderung herausgestellt. Die dezentrale IT-Organisation des Konzerns und ihre föderal geprägte IT Governance erfordern ein hohes Maß an Transparenz, die kontinuierliche Messung des Implementierungsfortschritts und das Vorhandensein von Best-Practices für alle

Geschäftseinheiten, um sicherzustellen, dass die Multisourcing-Strategie umgesetzt werden kann. Dement-sprechend wurde der Bedarf nach einem neuen, Multisourcing-spezifischen IT Governance-Instrument identifiziert und ALPHA entschied, ein Reifegradmodell speziell für Multisourcing zu entwickeln. Die organisatorische Situation bei ALPHA im Rahmen der föderalen IT-Organisationsstruktur und der konkrete Bedarf nach einem Governance-Instrument definieren ALPHA als geeignetes Forschungsobjekt. Um sowohl einen praktischen Nutzen für ALPHA als auch einen Beitrag zum gegenwärtigen Stand der Wissenschaft zu generieren, wurde der Ansatz der Aktionsforschung gewählt. Dabei wurde eine konkrete Problemstellung bei ALPHA identifiziert und durch die Entwicklung eines Governance-Instruments adressiert. Das erarbeitete Konzept liefert darüber hinaus einen Beitrag zur wissenschaftlichen Diskussion hinsichtlich Multisourcing Governance und Performance Management im Konzernkontext. Mit diesem Research-in-Progress Artikel präsentieren die Autoren den gewählten Ansatz und beantworten dabei folgende zwei Forschungsfragen (FoFra):

[FoFra.1] Können bestehende Best-Practice-Ansätze im Allgemeinen und Reifegradmodelle im Speziellen auf ein Multisourcing-Konzept in einem multinationalen Unternehmen mit föderaler IT-Organisationsstruktur angewandt werden?

[FoFra.2] Wie könnte ein Multisourcing-spezifisches Reifegradmodell, das auf die speziellen Herausforderungen einer multinationalen Unternehmung mit einer föderalen IT-Organisationsstruktur ausgerichtet ist, gestaltet werden?

Dieser Artikel ist wie folgt aufgebaut: Zunächst geben die Autoren einen Überblick über das Unternehmen ALPHA und beschreiben die Multisourcing-Initiative. Im Anschluss daran wird der gewählte Forschungsansatz beschrieben und das Projektsetup skizziert. Danach beschreiben die Autoren die Konzeption des Reifegradmodells, indem Anforderungen identifiziert, existierende Modelle analysiert und ein Multisourcing-spezifisches Reifegradmodell vorgestellt werden. Abschließend beschreiben die Autoren den zu erwartenden Nutzen, erste Erkenntnisse sowie die Generalisierbarkeit.

## 2. Die konzernweite Multisourcing-Initiative von Unternehmen ALPHA

Im Folgenden beschreiben die Autoren das Unternehmen ALPHA und die Entwicklung der Multisourcing-Initiative.

### 2.1 Ausgangssituation

ALPHA ist eines der weltweit führenden Finanzdienstleistungs-unternehmen. ALPHA ist ein multinationaler Konzern mit einer Konzernzentrale und über 100 eigenständigen Geschäftseinheiten und kann als Management Holding charakterisiert werden. Dabei übernimmt die Konzernzentrale keine operativen Tätigkeiten und konzentriert sich stattdessen auf die Koordination der Gesamtgruppe. Unter einer Management Holding ist die systematische Delegation von Aufgaben zwischen der Konzernzentrale und den Geschäftseinheiten zu verstehen. Sie kombiniert die Vorteile kleiner, lokaler Unternehmen, wie z.B.

Flexibilität und Kundenorientierung mit denen großer Firmen, wie z.B. Marktpräsenz, Macht und Skaleneffekte [26, 31].

Im IT-Bereich ist ALPHA durch eine dezentrale Organisationsstruktur mit einem Gruppen CIO und lokalen CIOs auf Ebene der Geschäftseinheiten sowie einer föderalen IT Governance charakterisiert. Weill und Ross definieren das föderale Governance-Modell als koordinierten Entscheidungsprozess, der sowohl die Konzernzentrale als auch die Geschäftseinheiten umfasst [35-36]. Handy hebt besonders hervor, dass die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeitsbereiche mindestens zwei Hierarchiestufen umfassen [13]. Dies wird bei ALPHA beispielsweise durch ein IT-Komitee, das durch den Gruppen CIO geleitet wird und sich aus den lokalen CIOs der Hauptgeschäftseinheiten zusammensetzt, verdeutlicht. Abbildung 1 zeigt das Konstrukt einer Management Holding inklusive föderaler IT-Organisationsstruktur, wie sie bei ALPHA anzutreffen ist.

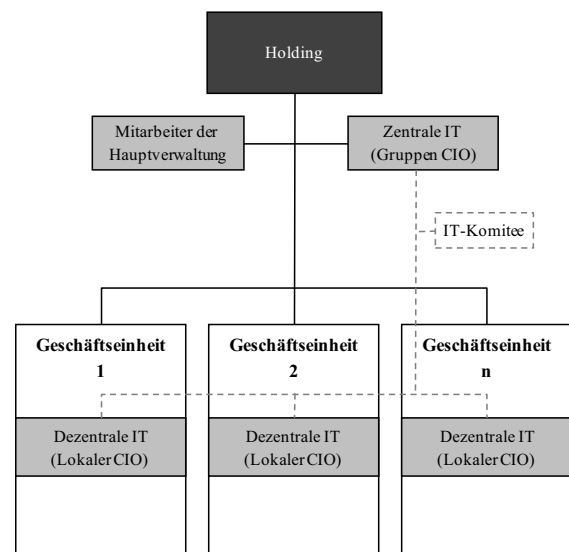


Abbildung 1: Konzeptionelle Darstellung einer Management Holding (in Anlehnung an Janssen und Joha [20])

### 2.2 Entwicklung einer Multisourcing-Initiative bei ALPHA

Bis vor zwei Jahren hatte ALPHA weder eine kohärente, gruppenweite Beschaffungsstrategie im IT-Bereich, noch existierte ein hohes Maß an Offshoring. Der heterogene Lieferantenstamm war unkonsolidiert und die Kosten waren mit Best-in-Class-Lieferanten nicht konkurrenzfähig. ALPHA entwickelte deshalb eine globale Beschaffungsstrategie, um drei Ziele zu erreichen. Erstens, um die Faktorkosten zu reduzieren; zweitens, um die Servicequalität zu erhöhen; und drittens, um die Komplexität der Anwendungslandschaft zu reduzieren. Diese Ziele sollten durch den koordinierten Ausbau von ALPHAs eigener Offshore-Tochter in Indien und die Konsolidierung der verbleibenden Beschaffungsaktivitäten auf wenige externe strategische Lieferanten erreicht werden.

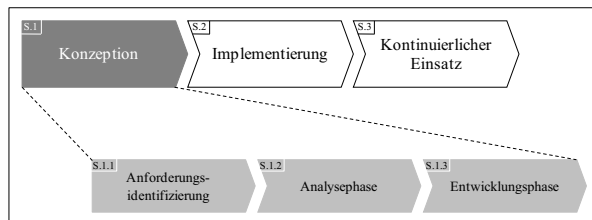
Die Multisourcing-Initiative von ALPHA wurde von einem zentralen Multisourcing-Team in der Konzern-Holding entwickelt und in mehreren Wellen auf die Geschäftseinheiten ausgerollt. Die lokalen CIOs der Geschäftseinheiten waren für die Umsetzung des Konzepts auf Geschäftseinheitenebene verantwortlich. Das zentrale Multisourcing-Team unterstützte die lokalen CIOs bei der Implementierung, hatte jedoch aufgrund der föderalen Organisationsstruktur nicht die Autorität, eine obligatorische Anwendung des Multisourcing-Konzepts durchzusetzen. Das zentral entwickelte Multisourcing-Konzept umfasst ein vertragliches Rahmenwerk, das mit wenigen externen IT-Dienstleistern geschlossen wurde. Das Rahmenwerk besteht aus den folgenden Komponenten:

- Multisourcing Master Service Agreement (MMSA) auf Konzernebene
- Multisourcing Business Entity Service Agreement (MBSA) auf Ebene der Geschäftseinheiten
- Multisourcing Project Specific Service Agreement (MPSA) auf Projektebene

Das MMSA ist ein umfassendes rechtliches Rahmenwerk, das die globale Beziehung zwischen ALPHA als Konzern und den einzelnen strategischen externen IT-Dienstleistern regelt. Jede einzelne Geschäftseinheit von ALPHA geht ein MBSA mit den jeweiligen Landesvertretungen der strategischen externen IT-Dienstleister ein. Darin werden landesspezifische Regelungen und Gesetze abgedeckt. Für jedes einzelne Multisourcing-Projekt wird ein MPSA abgeschlossen, welches sich lediglich auf inhaltliche Themen fokussiert und keine rechtlichen Aspekte mehr beinhaltet.

### 3. Projektsetup und Forschungsansatz

Um der spezifischen Fragestellung des Unternehmens ALPHA gerecht zu werden und gleichzeitig zum gegenwärtigen Stand der Wissenschaft beizutragen, wurde ein auf der Aktionsforschung basierendes Projektsetup zur Entwicklung des IT Governance-Instruments gewählt (vgl. Abbildung 2).



**Abbildung 2: Projektsetup**  
(eigene Darstellung in Anlehnung an den Projektplan)

Das übergeordnete Ziel der Aktionsforschung ist, ein praktisches Problem zu lösen und gleichzeitig den wissenschaftlichen Fortschritt voranzutreiben [16, 29]. Während die Wurzeln der Aktionsforschung in den Sozialwissenschaften liegen [22-23], ist die Aktionsforschung heute auch im IS-Umfeld von Bedeutung [4] und wurde bereits ausgiebig diskutiert (siehe inter alia [9, 12, 33]). Vor allem weil Aktionsforschung Wissenschaft und Praxis verbindet und somit überaus relevante Ergebnisse liefert [5], wird sie als geeignete Forschungsmethode im Fall ALPHA erachtet. Aktionsforschung benötigt laut Baskerville und Wood-Harper

zuerst eine definierte Forschungsumgebung [5]. Dies wird dadurch erreicht, dass einer der Autoren als Forscher Teil des zentralen Multisourcing-Teams bei ALPHA ist. Des Weiteren verfolgen die Autoren den von Avison et al. [2] bzw. Baskerville [4] beschriebenen Ansatz des „participatory action research“, der eine sehr enge Kollaboration zwischen Forscher und Forschungsobjekt (ALPHA) bedingt. Dabei bringen die Repräsentanten von ALPHA vor allem ihr Wissen um die Entwicklung und Implementierung einer Multisourcing-Initiative sowie das spezifische Konzernwissen in das Projekt ein. Der Forscher hingegen zeichnet sich vor allem durch das Methodenwissen sowie die Detailkenntnis zu Governance und Performance Management Methoden aus. Die daraus resultierende Herangehensweise ist gemäß Baskerville [4] bzw. Susman und Evered [33] ein in fünf Phasen aufgeteilter, zyklischer Prozess der die Phasen Diagnose, Aktionsplanung, Aktionsrealisierung, Evaluation und Spezifizierung der Erkenntnisse umfasst.

Nach Susman und Evered wird in der *Diagnosephase* die Problemstellung identifiziert [33]. Im Fall von ALPHA wurden sowohl durch Dokumentenanalyse als auch durch Experteninterviews mit dem verantwortlichen Projektmanager für die Multisourcing-Initiative und einem Transition Manager, der die Implementierung des Konzepts bei den Geschäftseinheiten unterstützt, die relevanten Anforderungen (*Requirements*) erhoben und der Projektplan erarbeitet. Sowohl der Projektmanager als auch der Transition Manager qualifizieren sich durch ihre Erfahrung in der Entwicklung und Umsetzung von Multisourcing-Initiativen.

In der Phase der *Aktionsplanung* werden gemäß Susman und Evered unterschiedliche Lösungsansätze untersucht, die die in der Diagnosephase identifizierte Problemstellung adressieren [33]. Durch Experteninterviews und eine Literaturanalyse wurden dabei in einem ersten Schritt relevante, bestehende Ansätze identifiziert. In einem zweiten Schritt folgte eine Bewertung dieser Ansätze anhand der Anforderungen aus der Diagnosephase in enger Kollaboration mit dem Projektmanager und dem Transition Manager. Spezifika zu bestehenden Ansätzen wurden durch den Forscher aufbereitet und eingebracht.

Bei der *Aktionsrealisierung* wird laut Baskerville die geplante Maßnahme durchgeführt [4]. Im Fall von ALPHA wurden bei der Aktionsrealisierung und der anschließenden Phase der *Evaluation* mehrere Zyklen durchlaufen (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1: Übersicht über Anspruchsgruppen und Aktionsrealisierungs-/Evaluationszyklen**

Zyklen	Anspruchsgruppe	Position
I	ALPHA - zentrales Multisourcing-Team	Transition Manager
I	ALPHA - zentrales Multisourcing-Team	Projektmanager
II	Geschäftseinheit von ALPHA	Multisourcing Manager
III	Offshore-Tochter von ALPHA	Relationship Manager

III	Externer strategischer IT-Dienstleister	Relationship Manager
-----	---	----------------------

Dabei wurden, im Rahmen von Workshops, alle relevanten Anspruchsgruppen bereits in die Entwicklung und Weiterentwicklung (inkl. Evaluation) involviert. Diese waren, das zentrale Multisourcing-Team sowie Repräsentanten der Geschäftseinheiten, der Offshore-Tochter von ALPHA und der strategischen externen IT-Dienstleister. Das so entwickelte Reifegradmodell soll zukünftig in die Geschäftseinheiten von ALPHA implementiert werden. Nach erfolgreicher Implementierung sollen die Konsequenzen der Maßnahme im Rahmen einer weiteren *Evaluationsphase* untersucht werden [33].

Die Phase der *Spezifizierung der Erkenntnisse* bildet sowohl bei Baskerville [4] als auch bei Susman und Evered [33] den Abschluss des Aktionsforschungszyklus und kann auch parallel zu den ersten vier Phasen erfolgen [4]. Beim beschriebenen Projekt wurden dabei die Erkenntnisse basierend auf Experteninterviews und Workshops kontinuierlich in die Weiterentwicklung des Reifegradmodells integriert. Eine abschließende Spezifizierung der Erkenntnisse soll nach erfolgreicher Implementierung in den einzelnen Geschäftseinheiten stattfinden. Alle Phasen wurden in enger Kollaboration von Forscher und Repräsentanten des Unternehmens ALPHA durchgeführt und dokumentiert.

#### 4. Anforderungen von ALPHA

Als besondere Herausforderung für ALPHA hat sich die Implementierung des entwickelten Multisourcing-Konzepts in den mehr als 100 eigenständigen Geschäftseinheiten im Rahmen der föderalen Organisationsstruktur herausgestellt. Diese Herausforderung ist im Nichtvorhandensein zentraler Governance-Vorgaben zur obligatorischen Anwendung der neuen Beschaffungsstrategie in den einzelnen Geschäftseinheiten begründet. Folglich wurde bei ALPHA der Bedarf nach einem Governance-Instrument identifiziert. Dazu wurden folgende Anforderungen (*Requirements*) definiert:

- [R.1] Transparenz entlang des Multisourcing-Lebenszyklus schaffen
- [R.2] Kontinuierliche Messung des Fortschritts des Implementierungsgrades in den Geschäftseinheiten ermöglichen
- [R.3] Vergleich und Klassifizierung der Geschäftseinheiten sicherstellen
- [R.4.1] Verbesserung des Implementierungsprozesses in den Geschäftseinheiten durch Best-Practices fördern
- [R.4.2] Optimierung der Ausführung des Multisourcing-Konzepts in den Geschäftseinheiten durch Best-Practices fördern
- [R.5] Ambiguitäten vermeiden
- [R.6] Kohärenten Ansatz schaffen
- [R.7] Komplexität der Anwendung des Modells gering halten

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, entschied sich das zentrale Multisourcing-Team für die Anwendung eines Reifegradmodells. Dies ist darin begründet, dass diese Art von

konzeptionellen Modellen einen erwarteten, typischen, logischen und gewünschten Entwicklungspfad abbilden [7]. Gemäß Becker et al. bedeutet ein Fortschreiten entlang dieses Entwicklungspfad "eine stetige Entwicklung der Fähigkeiten oder der Prozess-Performance der Organisation" [6]. Dabei liefert ein Reifegradmodell Kriterien und Charakteristika, die zum Erreichen eines gewissen Reifegrades erfüllt werden müssen [6]. Aus diesem Grund werden Reifegradmodelle gegenüber einfachen Kennzahlensystemen (KPIs) oder dem Ansatz einer Balanced Scorecard (BSC) präferiert. Darüber hinaus werden Reifegradmodelle auch zur Bewertung der IST-Situation, zur Herleitung und Priorisierung von Entwicklungsmaßnahmen und zur Überwachung des Implementierungsfortschritts verwendet [18]. Diese Eigenschaften entsprechen den Anforderungen von ALPHA und qualifizieren Reifegradmodelle zur Anwendung in diesem Fall.

#### 5. Analyse bestehender Ansätze

Nach der Identifikation der Anforderungen wurden bestehende Ansätze mit dem Ziel der Anwendbarkeit bzw. der Übertragbarkeit analysiert und validiert. Dies zielt auf die Beantwortung der ersten Forschungsfrage ab (*Können bestehende Best-Practice-Ansätze im Allgemeinen und Reifegradmodelle im Speziellen auf ein Multisourcing-Konzept in einem multinationalen Unternehmen mit föderaler IT-Organisationsstruktur angewandt werden?*).

Dafür wurden in einem ersten Schritt Experteninterviews durchgeführt, um geeignete Ansätze zu identifizieren. Unterstützt wurde dies durch eine Literaturanalyse seitens der Forscher. Die folgenden *Reifegradmodelle* konnten identifiziert werden:

- Capability Maturity Model Integration for Acquisition (CMMI-ACQ) [32]
- eSourcing Capability Model for Client Organizations (eSCM-CL) [17]
- IT Procurement Maturity Model [8]

Darüber hinaus wurden *Best-Practice-Ansätze von Marktforschungs- und Beratungsunternehmen* analysiert; laut Experteninterviews unterstreicht die Erfahrung dieser Unternehmen mit Multisourcing die Praxisrelevanz dieser Ansätze. Die folgenden beiden Konzepte wurden identifiziert und in obige Auswahl integriert:

- Gartner Multisourcing Competencies [30]
- Forrester Multisourcing Roadmap [11]

In einem weiteren Schritt wurden die relevanten Konzepte bezüglich einer Anwendbarkeit auf die identifizierten Anforderungen von ALPHA analysiert (vgl. Tabelle 2). Dabei zeigt sich, dass die beiden etablierten Reifegradmodelle *CMMI-ACQ* und *eSCM-CL* zu detailliert sind und somit Anforderung R.7 nicht erfüllen. Des Weiteren können die Reifegradmodelle zwar Best-Practices liefern, jedoch nicht gemäß den spezifischen Anforderungen des Multisourcing, wie z.B. Verbesserung des Implementierungsprozesses in den Geschäftseinheiten (R.4.1) oder Optimierung der Multisourcing-Ausführung (R.4.2). Darüber hinaus werden wichtige Anforderungen bezüglich der Transparenz entlang des



Multisourcing-Lebenszyklus (R.1) und der kontinuierlichen Messung des Fortschritts des Implementierungsgrades (R.2) nicht erfüllt. Trotzdem können *CMMI-ACQ*, *eSCM-CL* und zu einem gewissen Grad das *Gartner IT Procurement Maturity Model* eine methodische Basis und inhaltliche Aspekte zur Entwicklung eines Multisourcing-spezifischen Modells für ALPHA beitragen. Sie erlauben ALPHA den Vergleich und die Klassifizierung der Geschäftseinheiten (R.3) und bieten einen kohärenten Ansatz (R.6). Deshalb entscheidet sich ALPHA die

Methodik der bewährten Modelle *CMMI-ACQ*, *eSCM-CL* und *Gartner* mit verschiedenen Reifegraden zu adaptieren. Die beiden identifizierten *Best-Practice-Ansätze* sind eine einfache Auflistung von Kompetenzen, die bei entsprechenden Sourcing-Vorhaben Berücksichtigung finden sollten. Sie bieten nicht die Möglichkeit des Vergleichs und der Klassifizierung der Geschäftseinheiten (R.3), könnten zu Ambiguitäten führen (R.5) und liefern keinen kohärenten Ansatz (R.6).

**Tabelle 2: Analyse der Reifegradmodelle und Best-Practice-Ansätze (eigene Darstellung basierend auf Projektergebnissen)**

Anforderungen von ALPHA	CMMI-ACQ [32]	eSCM-CL [17]	IT Procurement Maturity Model [8]	Gartner Multi-sourcing Competencies [30]	Forrester Multi-sourcing Roadmap [11]
[R.1] Transparenz entlang des Multisourcing-Lebenszyklus	○	○	○	◐	●
[R.2] Kontinuierliche Messung des Fortschritts des Implementierungsgrades in den Geschäftseinheiten	○	○	○	◐	◐
[R.3] Vergleich und Klassifizierung der Geschäftseinheiten	●	●	◐	○	○
[R.4.1] Verbesserung des Implementierungsprozesses in den Geschäftseinheiten durch Best-Practices	◐	◐	◐	◐	◐
[R.4.2] Optimierung der Ausführung des Multisourcing-Konzepts in den Geschäftseinheiten durch Best-Practices	◐	◐	◐	●	●
[R.5] Ambiguitäten vermeiden	●	●	◐	◐	○
[R.6] Kohärenten Ansatz schaffen	●	●	◐	○	○
[R.7] Komplexität der Anwendung des Modells gering halten	○	○	◐	●	●
Legende:	● voll zutreffend      ◐ zu einem gewissen Maß zutreffend      ○ nicht zutreffend				

Diese Ansätze weisen jedoch eine geringe Komplexität auf (R.7) und geben einen guten Überblick über die Kompetenzen, die ein Unternehmen erwerben sollte, um ein Multisourcing-Konzept umsetzen zu können (R.4.1, R.4.2). Zusätzlich wird Transparenz entlang des kompletten Multisourcing-Lebenszyklus sichergestellt (R.1). Aus diesem Grund wurden insbesondere inhaltsbezogene Aspekte dieser *Best-Practice-Ansätze* bei der Entwicklung des Multisourcing-spezifischen Reifegradmodells berücksichtigt.

## 6. Entwicklung eines Multisourcing-spezifischen Reifegradmodells

Basierend auf den Anforderungen von ALPHA und der Analyse (vgl. Kapitel 5) wurde in mehreren Evaluationszyklen ein Multisourcing-spezifisches Reifegradmodell entwickelt. Im Folgenden beschreiben die Autoren das entwickelte Konzept entlang der drei Gestaltungsebenen des Business Engineering Frameworks: Strategie, Prozess, System [27]. Dabei

beantworten sie die zweite Forschungsfrage (*Wie könnte ein Multisourcing-spezifisches Reifegradmodell, das auf die speziellen Herausforderungen einer multinationalen Unternehmung mit einer föderalen IT-Organisationsstruktur ausgerichtet ist, gestaltet werden?*).

### 6.1 Strategieebene: Das Konzept des Multisourcing-spezifischen Reifegradmodells

Das nach drei Evaluationszyklen entwickelte Konzept baut auf der Methodik bestehender Reifegradmodelle (*CMMI-ACQ*, *eSCM-CL* und *Gartner IT Procurement Maturity Model*) auf und integriert *Best-Practice-Ansätze* (vgl. Tabelle 3).

**Tabelle 3: Ursprung der Inhalte (eigene Darstellung basierend auf Projektergebnissen)**

Ursprung
----------

Inhalt	[32]	[17]	[8]	[30]	[11]	ALPHA
Methodik	X	X	X			
Dimension					X	
Sub-Dimension				X	X	X
Konkrete Inhalte	(X)	(X)	(X)	X	X	X

Dabei wurde das Konzept der unterschiedlichen Reifegrade in Anlehnung an die etablierten Level 1 bis 5 sowie einem Zusatz-Level 0 übernommen [8, 17, 32]. Die Dimensionen bauen auf einer Klassifizierung nach Forrester auf [11]. Die Sub-Dimensionen stützen sich auf das *Gartner IT Procurement Maturity Model* und die *Best-Practice-Ansätze* [8, 11, 30]. Die konkreten Inhalte des Reifegradmodells basieren vor allem auf den Best-Practice-Ansätzen [11, 30] und den erarbeiteten Inhalten in den Experteninterviews sowie den Workshops bei ALPHA. Die Inhalte der etablierten Reifegradmodelle [8, 17, 32] konnten indirekt integriert werden. Das so entwickelte Konzept ist in Tabelle 4 dargestellt. Es gibt einen Überblick über das Reifegradmodell auf der Strategieebene. Horizontal werden dabei fünf verschiedene Reifegrade unterschieden. Der Multisourcing-Lebenszyklus ist auf der Vertikalen abgebildet.

Analog zu den Modellen *CMMI-ACQ*, *eSCM-CL*, und dem *Gartner IT Procurement Maturity Model* [8, 17, 32] haben die Autoren fünf Reifegrade definiert, die den Vergleich und die Klassifizierung der Geschäftseinheiten von ALPHA ermöglichen und Anforderung R.3 gerecht werden. Daneben erlauben sie die kontinuierliche Messung des Fortschritts des Implementierungs-grades des Multisourcing-Konzepts in den Geschäftseinheiten (R.2). Die folgende Übersicht veranschaulicht die Reifegrade (Level)<sup>1</sup> und grenzt diese voneinander ab:

- *Multisourcing prepared (Level 1)*: Die Geschäftseinheit erfüllt die Mindestanforderungen, hat jedoch keine weiteren Schritte unternommen das Konzept anzuwenden.
- *Multisourcing engaged (Level 2)*: Die Geschäftseinheit hat erste Schritte hinsichtlich der Umsetzung der Multisourcing-Initiative unternommen. Die Verträge und Prozesse sind pilotiert und die Potenziale sind abgeschätzt.
- *Multisourcing established (Level 3)*: Erste Multisourcing-Projekte werden in der Geschäftseinheit durchgeführt und entsprechende Prozesse sind weitestgehend eingeführt.
- *Multisourcing managed (Level 4)*: Die Geschäftseinheit nutzt das vertragliche Rahmenwerk. Multisourcing-spezifische Rollen und Verantwortlichkeiten sowie Prozesse sind etabliert.
- *Multisourcing optimized (Level 5)*: Es findet eine kontinuierliche Verbesserung des Multisourcing-Ansatzes in der Geschäftseinheit statt.

Zusätzlich zu den fünf Reifegraden wurde ein Reifegrad 0 (*Multisourcing incomplete*) definiert. Dieser trifft für

<sup>1</sup> Auf eine Übersetzung der englischen Terme soll an dieser Stelle verzichtet werden.

**Legende:** X direkt integriert (X) indirekt integriert

diejenigen Geschäftseinheiten zu, bei denen Multisourcing noch gar nicht thematisiert wird. Um von Reifegrad 0 auf 1 zu gelangen, müssen die Geschäftseinheiten folgende grundlegende Voraussetzungen erfüllen, die nicht in Tabelle 4 erfasst sind:

- Kenntnis des Multisourcing-Konzepts und des vertraglichen Rahmenwerks
- Identifikation von spezifischen Multisourcing-Potentialen in der Geschäftseinheit
- Integration des Multisourcing-Konzepts in die Beschaffungsstrategie der Geschäftseinheit

Neben den Reifegraden (horizontal) werden drei Dimensionen definiert, die den Lebenszyklus einer Multisourcing-Initiative (vertikal) abbilden (siehe inter alia [1]). Die Dimensionen und Sub-Dimensionen basieren sowohl auf *Best-Practice-Ansätzen* [11, 30] als auch auf der Akkumulation von Erfahrungswerten der einzelnen Anspruchsgruppen durch Experteninterviews und Workshops. Jede Dimension ist in zwei Sub-Dimensionen unterteilt, was für Transparenz und Kohärenz sorgt (R.1 und R.8). Durch die Konzentration auf drei kohärente Dimensionen, wird der Komplexitätsgrad bei der Einführung auf einem geringen Niveau gehalten (R.7). Dies wird durch eindeutig definierte Begrifflichkeiten in einer ausführlichen Dokumentation unterstützt (R.5).

Eine Klassifizierung und die damit einhergehende Vergleichsmöglichkeit der Geschäftseinheiten findet prinzipiell pro Sub-Dimension statt. Ein aggregierter Wert für eine Geschäftseinheit wird anhand eines einfachen Durchschnitts gebildet.

Das Multisourcing-spezifische Reifegradmodell kennt zwei Extreme: am unteren Ende den Reifegrad 1 (*Multisourcing prepared*) und am oberen Ende den Reifegrad 5 (*Multisourcing optimized*). Dieser Artikel sieht nicht die Beschreibung aller Reifegrade im Detail vor, weshalb die Autoren zum Verständnis die beiden Extreme beschreiben.

#### 6.1.1 Reifegrad 1: *Multisourcing prepared*

Am unteren Extrem (Level 1) des Reifegradmodells muss eine Geschäftseinheit die oben beschriebenen grundlegenden Voraussetzungen erfüllen und damit zeigen, dass sie das Multisourcing-Konzept in ihre Beschaffungsstrategie integriert, spezifische Potentiale identifiziert und Kenntnis über die vertraglichen Rahmenbedingungen hat. Damit grenzt sich eine Geschäftseinheit mit einem Reifegrad 1 von einer Geschäftseinheit mit einem Reifegrad 0 ab. Reifegrad 1 zeigt, dass eine Geschäftseinheit prinzipiell auf die Umsetzung des Multisourcing-Konzepts vorbereitet ist. Aus diesem Grund ist

auf diesem Reifegrad auch das *MBSA* mit den externen IT-Dienstleistern nicht unterzeichnet (A.1.1) bzw. existieren keine Multisourcing-spezifischen Rollen oder Verantwortlichkeiten (B.1.1) in der Geschäftseinheit. Ab Reifegrad 2 müssen weiterführende Schritte unternommen werden, um auf dem Entwicklungspfad weiter fortschreiten zu können.

### 6.1.2 Reifegrad 5: Multisourcing optimized

Am oberen Extrem (Level 5) des Reifegradmodells wird eine Geschäftseinheit als *Multisourcing optimized* klassifiziert. Die Geschäftseinheit hat das komplette vertragliche Konstrukt (*MMSA*, *MBSA* und *MPSA*) für alle relevanten Projekte

innerhalb der gesamten Organisation etabliert (A.1.5). Alle drei von der Konzern-Holding definierten Multisourcing-Ziele – im Fall von ALPHA sind das Reduktion der Faktorkosten, Verbesserung der Qualität und Reduktion der Komplexität – werden erreicht (A.2.5). Die Geschäftseinheit verbessert und optimiert kontinuierlich die Rollen und Verantwortlichkeiten (B.1.5), die Prozesse (B.2.5) und die Governance-Regelungen (C.1.5). Des Weiteren hat die Geschäftseinheit ein integriertes Dashboard etabliert, das sowohl Multisourcing-orientierte KPIs als auch geschäftsorientierte KPIs umfasst (C.2.5).

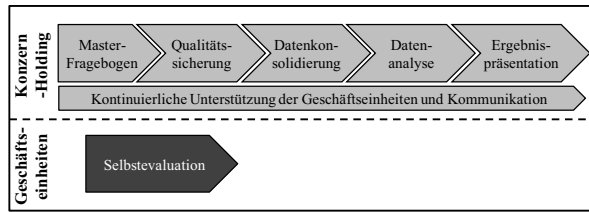
**Tabelle 4: Das Konzept des Multisourcing-spezifischen Reifegradmodells auf der Strategieebene (eigene Darstellung basierend auf Projektergebnissen)**

Dimen-sion	Sub-Dimension	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
[A] Multisourcing preparation	[A.1.] Utilization of contractual multisourcing framework	[A.1.1] MBSA with vendors have not been signed	[A.1.2] MBSA with vendors have been piloted	[A.1.3] MBSA with vendors and at least one MPSA have been signed	[A.1.4] MMSA, MBSA, and MPSA are widely used	[A.1.5] MMSA, MBSA, and MPSA are established for all projects
	[A.2] Aspiration level of applying multisourcing	[A.2.1] Financial benefits of applying multisourcing have not been estimated	[A.2.2] Financial benefits of applying multisourcing have been estimated	[A.2.3] Financial benefits have been committed	[A.2.4] Besides [A.2.3], the productivity has been increased	[A.2.5] In addition to [A.2.4], the complexity has been decreased
[B] Multisourcing execution	[B.1] Adaptation of roles and responsibilities (R&R)	[B.1.1] Specific multisourcing R&R are not existing	[B.1.2] A few multisourcing specific R&R have been identified and some have been established	[B.1.3] The most important multisourcing R&R have been established	[B.1.4] All specific multisourcing R&R have been established	[B.1.5] Continuous improvement / optimization of multisourcing specific R&R
	[B.2] Establishment of multisourcing processes	[B.2.1] Multisourcing processes are not established	[B.2.2] Multisourcing processes have been piloted	[B.2.3] Multisourcing processes have been established for the majority of relevant sourcing projects	[B.2.4] Multisourcing processes have been established for all relevant sourcing projects	[B.2.5] Continuous improvement / optimization of multisourcing processes
[C] Multisourcing governance and performance management	[C.1] Utilization of multisourcing governance principles	[C.1.1] Multisourcing governance principles are not established	[C.1.2] Multisourcing governance principles are limited to purchasing	[C.1.3] Multisourcing governance principles are actively piloted beyond purchasing	[C.1.4] Multisourcing governance principles have been established across the business entity	[C.1.5] Continuous improvement / optimization of Multisourcing governance principles
	[C.2] Usage of multisourcing KPIs	[C.2.1] Multisourcing KPIs are not established	[C.2.2] A few multisourcing KPIs have been established	[C.2.3] A group standard set of financial and operational multisourcing KPIs have been identified and	[C.2.4] In addition to [C.2.3], supplier performance KPIs have been identified and established	[C.2.5] An integrated dashboard of multisourcing KPIs and business KPIs has been identified

				established		and established
--	--	--	--	-------------	--	-----------------

## 6.2 Prozessebene: Gruppenweites Prozessmodell auf zwei Ebenen

Auf Prozessebene wurde ein gruppenweiter Prozess entworfen, der die Ebenen *Konzern-Holding* und *Geschäftseinheiten* (vgl. Abbildung 3) umfasst. Analog zur Entwicklung der Multisourcing-Initiative bei ALPHA übernimmt die Konzern-Holding die Koordinationsfunktion bei der Erstellung, Erfassung, Konsolidierung, Auswertung und Ergebnispräsentation des Reifegradmodells. Darüber hinaus unterstützt die Konzern-Holding die Geschäftseinheiten bei der Anwendung des Reifegradmodells und stellt eine kontinuierliche Kommunikation und Kollaboration sicher. Anhand eines vordefinierten Fragebogens, der auf dem Multisourcing-spezifischen Reifegradmodell basiert, führen die Geschäftseinheiten eine Selbstevaluation durch. Zusätzlich fungiert der Fragebogen als umfangreiche Dokumentation von Best-Practices, die die jeweiligen Geschäftseinheiten zur Verbesserung des Implementierungsprozesses und zur Optimierung der Ausführung des Multisourcing-Konzepts nutzen. Abbildung 3 zeigt das gruppenweite Prozessmodell.



**Abbildung 3: Gruppenweites Prozessmodell auf zwei Ebenen (eigene Darstellung basierend auf Projektergebnissen)**

### 6.3 Systemebene: Gruppenweiter Pilot

Basierend auf dem gruppenweiten Prozessmodell auf zwei Ebenen wurde auf Systemebene in einem ersten Schritt ein Pilot mit Hilfe von Tabellenkalkulations- und Präsentationsprogrammen erarbeitet. Dabei erstellt und verwaltet die Konzern-Holding den Fragebogen als auch die Evaluationsdateien in MS EXCEL. Nach Konsolidierung und Auswertung erfolgt die Darstellung und Kommunikation der Ergebnisse in MS EXCEL und MS POWERPOINT. Der Versand der entsprechenden Dateien erfolgt via E-Mail. In einem zweiten Schritt wird eine automatische Lösung über das Intranet von Unternehmen ALPHA angestrebt. Dies ist ein bewährtes Verfahren bei ALPHA und wird beispielsweise in anderen Bereichen für die Erfassung von IT-Kosten im Rahmen des IT-Berichtswesens oder für Zufriedenheitsumfragen auf IT-Kundenseite erfolgreich eingesetzt. Eine Migration ist nach erfolgreicher Durchführung des Piloten geplant.

## 7. Zu erwartender Nutzen für ALPHA, Erkenntnisse der Konzeption und Generalisierbarkeit

Im Folgenden beschreiben die Autoren den mit der Implementierung zu erwartenden Nutzen für ALPHA, die während der Konzeption gewonnenen Erkenntnisse sowie deren Generalisierbarkeit. Nutzen und Erkenntnisse lassen sich dahingehend unterscheiden, dass sich der Nutzen konkret auf das Reifegradmodell und die Erkenntnisse auf die Konzeption, also die Entwicklung des Modells, beziehen.

Der zu erwartende Nutzen für ALPHA wird in Anlehnung an Malik in *strategischen und organisatorischen Nutzen* unterschieden [24]. Der strategische Nutzen richtet sich dabei an den übergeordneten Strategien aus und ist auf die Erfüllung von damit einhergehenden Zielen gerichtet. Unter 2.2 wurden die Ziele der Multisourcing-Strategie von ALPHA beschrieben. Das Reifegradmodell liefert einen mittelbaren strategischen Nutzen, indem es zur Erreichung dieser Ziele beiträgt, da erwartet wird, dass es zu einem relativ höheren Implementierungsgrad der Multisourcing-Strategie in den Geschäftseinheiten von ALPHA führt. Dies hat für ALPHA zur Folge, dass die Faktorkosten reduziert, die Servicequalität erhöht und auf längere Sicht die Komplexität reduziert wird. Der strategische Nutzen lässt sich somit über die Entwicklung der drei Größen Faktorkosten, Servicequalität und Komplexität entlang der Zeit messen.

Als organisatorischer Nutzen werden Auswirkungen auf die inneren Strukturen (wie z.B. Prozesse, etc.) einer Organisation beschrieben [24]. Das Reifegradmodell schafft einen unmittelbaren organisatorischen Nutzen. Dies ist darin begründet, dass es kontinuierlich den Implementierungsgrad der einzelnen Geschäftseinheiten misst und somit konzernweite Transparenz schafft. In Kombination mit der Klassifizierung und der damit einhergehenden Vergleichbarkeit der Geschäftseinheiten wird das Top-Management von ALPHA über den aktuellen Stand und die Entwicklung des Implementierungsgrades informiert. Darüber hinaus wird ein klar definierter Entwicklungspfad über die einzelnen Reifegrade und die dementsprechenden Kriterien entlang der Dimensionen bzw. Sub-Dimensionen vorgegeben, was zu einer zielgerichteten Entwicklung der Geschäftseinheiten führt. Die im Konzept im Allgemeinen und im Fragebogen im Speziellen enthaltenen Best-Practices fördern den Implementierungsprozess und optimieren die Ausführung des Multisourcing-Konzepts in den Geschäftseinheiten von ALPHA.

Während der Entwicklung des Reifegradmodells bei ALPHA konnten die Autoren drei wesentliche Erkenntnisse identifizieren. Erstens, etablierte Reifegradmodelle und Best-Practice-Ansätze können nicht eins zu eins auf die Multisourcing-spezifischen Anforderungen von ALPHA angewendet werden. Die dahinterliegenden Konzepte bilden jedoch eine sehr gute konzeptionelle Basis und inhaltliche Aspekte können partikulär übernommen werden. Zweitens, die Integration aller Anspruchsgruppen in die Entwicklung des Modells durch mehrere Evaluationszyklen fördert die Akzeptanz des erarbeiteten Konzepts. Drittens, eine ausführliche Dokumentation des Konzepts und der Begrifflichkeiten bildet die Grundlage für die Implementierung und eine hohe Akzeptanz. Darüber hinaus reduziert sie Unklarheiten.

Da sich Aktionsforschung auf das Lösen einer konkreten Problemstellung in der Praxis bezieht, findet es regelmässig nur innerhalb einer Organisation statt [3]. Dennoch soll auf den Versuch der Generalisierung nicht verzichtet werden. Um die Generalisierbarkeit des Nutzens und der Erkenntnisse zu diskutieren, sollen zuerst die Herausforderungen mit ALPHA vergleichbarer Unternehmungen abstrahiert werden, um in einem zweiten Schritt mit konkreten Lösungsansätzen adressiert zu werden. Die Herausforderungen können entlang der Gestaltungsebenen des Business Engineering Frameworks abgebildet werden [27]: auf Strategieebene, die konzernweite Einführung einer Multisourcing-Strategie mit monetären und qualitativen Zielen (H.1) sowie die gruppenweite Steuerung dieses Ansatzes (H.2); auf Organisations-(Prozess)ebene, die geringe zentrale Autorität im Rahmen der föderalen Organisationsstruktur (H.3) sowie optimierte(r) Implementierungszeit, -qualität und -aufwand (H.4); und auf Daten-(System)ebene, die konzernweite Transparenz (H.5) und Vergleichbarkeit von Geschäftseinheiten (H.6). Die Herausforderungen bauen, ausgehend von der Daten-(System)ebene, aufeinander auf. Das Reifegradmodell adressiert die Herausforderungen wie folgt:

- Daten-(System)ebene [H.5, H.6]: Das entwickelte Reifegradmodell bietet die Möglichkeit konzernweiter

Transparenz über den aktuellen Implementierungsstand einer Multisourcing-Initiative. Die jeweiligen Geschäftseinheiten können anhand der Reifegrade (Level 0 bis Level 5) klassifiziert werden. Dies ermöglicht einen konzernweiten Vergleich und bildet die Basis, um beispielsweise steuernd eingreifen zu können. Voraussetzung dafür ist die gruppenweite Implementierung des Reifegradmodells. Besonders in Unternehmen mit einer föderalen Organisationsstruktur gilt es dabei die dezentralen Anspruchsgruppen von Beginn an zu involvieren und kontinuierlich zu informieren, um die Akzeptanz zu fördern. Darüber hinaus empfiehlt sich eine ausführliche Dokumentation.

- Organisations-(Prozess)ebene [H.3, H.4]: Die gruppenweite Transparenz und Vergleichbarkeit bildet die Basis für einen Wettbewerb zwischen den einzelnen Geschäftseinheiten einer föderalen Organisation, der sich positiv auf den Implementierungsgrad auswirkt. Daneben gibt das Reifegradmodell über Kriterien und Best-Practices einen klaren Entwicklungspfad vor. Dies führt neben einem hohen Implementierungsgrad auch zu relativ kürzeren Implementierungszeiten und zu qualitativ besseren Prozessen. Darüber hinaus hat dies auch mittelbaren Einfluss auf geringere Implementierungsaufwände und somit Kosten.
- Strategieebene [H.1, H.2]: Das Reifegradmodell bietet dem Top-Management einer föderal organisierten Unternehmung die Möglichkeit, sowohl auf Konzern- als auch auf Geschäftseinheitenebene, durch die Vorgabe von Reife-graden steuernd in die Implementierung und Ausführung einer Multisourcing-Strategie einzugreifen. Dabei werden qualitative und monetäre Zielgrößen durch das Modell unterstützt.

Die Autoren stellen fest, dass eine Generalisierbarkeit zu einem bestimmten Grad gegeben ist. Schränken jedoch ein, dass die Anwendbarkeit eine vergleichbare Forschungsumgebung, wie sie bei ALPHA vorgefunden wurde, bedingt. Dazu zählen v.a. die föderale Organisationsstruktur mit einer geringen zentralen Governance, die multiplen Geschäftseinheiten sowie die dezentrale Implementierung einer zentral entwickelten Beschaffungsstrategie.

## 8. Zusammenfassung und weiterer Forschungsbedarf

In diesem Research-in-Progress Artikel beschreiben die Autoren ein Multisourcing-spezifisches Reifegradmodell, das auf Basis etablierter Reifegradmodelle und Best-Practice-Ansätzen bei einem Unternehmen mit föderaler Organisationsstruktur entwickelt wurde. Im Rahmen des Projekts wurde eine konkrete Problemstellung von ALPHA identifiziert und durch die Entwicklung eines Governance-Instruments adressiert. Das erarbeitete Reifegradmodell liefert darüber hinaus einen Beitrag zur wissenschaftlichen Diskussion von Multisourcing Governance und Performance Management Ansätzen im Konzernkontext.

Die Autoren adressieren mit diesem Beitrag zwei Forschungsfragen. Zum einen analysieren und bewerten sie bestehende Reifegradmodelle und Best-Practice-Ansätze von Marktforschern im Hinblick auf die spezifischen Anforderungen von ALPHA. Dabei beantworten sie

Forschungsfrage 1 (*Können bestehende Best-Practice-Ansätze im Allgemeinen und Reifegradmodelle im Speziellen auf ein Multisourcing-Konzept in einem multinationalen Unternehmen mit föderaler IT-Organisationsstruktur angewandt werden?*) und stellen fest, dass keines der untersuchten Reifegradmodelle auf die spezifische Multisourcing-Situation bei ALPHA angewandt werden kann. Dennoch können methodische und inhaltsorientierte Aspekte adaptiert werden. Zum anderen beschreiben die Autoren die Entwicklung eines Multisourcing-spezifischen Reifegradmodells und adressieren dabei Forschungsfrage 2 (*Wie könnte ein Multisourcing-spezifisches Reifegradmodell, das auf die speziellen Herausforderungen einer multinationalen Unternehmung mit einer föderalen IT-Organisationsstruktur ausgerichtet ist, gestaltet werden?*). Das beschriebene Reifegradmodell basiert auf etablierten Konzepten und unterscheidet fünf Reifegrade. Die drei Hauptdimensionen leiten sich aus dem Multisourcing-Lebenszyklus ab. Jeder Reifegrad wird durch klar abgegrenzte Kriterien beschrieben und bildet einen Entwicklungspfad ab, der durch das Bereitstellen von Best-Practices gekennzeichnet ist.

Als Einschränkung kann das sehr eng an ALPHA gehaltene Projektsetup beschrieben werden. Im Rahmen der Generalisierbarkeit (Kapitel 7) wurde versucht aufzuzeigen, dass das Modell auch auf andere Unternehmen übertragbar ist. Daneben könnten eine breitere Analyse von bestehenden Modellen sowie die Integration weiterer Ansätze zu leicht abgewandelten Forschungsergebnissen führen. Darüber hinaus berücksichtigt das Modell unternehmenskulturelle bzw. – politische Einflussfaktoren nicht. Diese können jedoch erheblichen Einfluss auf Sourcing-Entscheidungen haben. Das Modell misst lediglich die Entwicklung des Implementierungsgrades, untersucht jedoch nicht deren Ursachen. Dies kann als weiterer Forschungsbedarf für die Zukunft identifiziert werden. Des Weiteren soll zukünftig der kontinuierliche Einsatz des Reifegradmodells bei ALPHA evaluiert und in weiteren Beiträgen diskutiert werden. Zudem planen die Autoren eine Auswertung der mit dem Reifegradmodell erhobenen Daten innerhalb der mehr als 100 eigenständigen Geschäftseinheiten von ALPHA. Eine Anwendbarkeit des Modells bei anderen Unternehmen soll ebenfalls geprüft werden.

## 9. REFERENCES

- [1] Alborz, S., Seddon, P. and Scheepers, R. 2003. A Model for Studying IT Outsourcing Relationships. In *Proceedings of the 7th Pacific Asia Conference on Information Systems* (Adelaide, South Australia, 10-13. July, 2003).
- [2] Avison, D., Lau, F., Myers, M. and Nielsen, P. A. 1999. Action Research. *Communications of the ACM*, 42, 1 (January 1999), 94-97.
- [3] Baburoglu, O. N. and Ravn, I. 1992. Normative Action Research. *Organ Stud*, 13, 1 (January 1992), 19-34.

- [4] Baskerville, R. L. 1999. Investigating information systems with action research. *Communications of AIS*, 2, 3 (October 1999), 1-32.
- [5] Baskerville, R. L. and Wood-Harper, A. T. 1996. A critical perspective on action research as a method for information systems research. *Journal of Information Technology*, 11, 3 (September 1996), 235-246.
- [6] Becker, J., Knackstedt, R. and Pöppelbuß, J. 2009. Developing Maturity Models for IT Management. *Business & Information Systems Engineering*, 1, 3 (June 2009), 213-222.
- [7] Becker, J., Niehaves, B., Pöppelbuß, J. and Simons, A. 2010. Maturity Models in IS Research. In *Proceedings of the 18th European Conference on Information Systems* (Pretoria, South Africa, 6-9. June, 2010).
- [8] Buchanan, S. 2007. *Gartner Maturity Model for IT Procurement*. Gartner Research, Inc., Stamford, CT.
- [9] Checkland, P. and Holwell, S. 1998. Action Research: Its Nature and Validity. *Systemic Practice and Action Research*, 11, 1 (February 1998), 9-21.
- [10] Cohen, L. R. and Young, A. 2006. *Multisourcing: Moving Beyond Outsourcing to Achieve Growth and Ability*. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- [11] Davis, E. 2010. *The 10 Steps To Multisourcing Successfully*. Forrester Research, Inc., Cambridge, MA.
- [12] Frank, U., Klein, S., Krcmar, H. and Teubner, A. 1998. Aktionsforschung in der WI – Einsatzpotentiale und -probleme. In *Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Grundpositionen und Theoriekerne*, R. Schütte, J. Siedentopf and S. Zelewski. Arbeitsberichte des Instituts für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, 4, Essen.
- [13] Handy, C. 1992. Balancing corporate power: A new federalist paper. *Harvard Business Review*, 70, 6 (November 1992), 59-72.
- [14] Herz, T. P., Hamel, F., Uebernickel, F. and Brenner, W. 2010. Deriving a Research Agenda for the Management of Multisourcing Relationships Based on a Literature Review. In *Proceedings of the 16th Americas Conference on Information Systems* (Lima, Peru, 2010).
- [15] Huber, B. 2008. *Agile Multi-Sourcing: A Critical Business Trend — Concepts and Background*. Technology Partners International, Inc., Houston, TX.
- [16] Hult, M. and Lennung, S.-A. 1980. Towards a Definition of Action Research: A Note and Bibliography. *Journal of Management Studies*, 17, 2 (May 1980), 241-250.
- [17] ITSq 2006. *The eSourcing Capability Model for Client Organizations (eSCM-CL)*. IT Sourcing Certification Group, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- [18] Iversen, J., Nielsen, P. A. and Nerbjerg, J. 1999. Situated Assessment of Problems in Software Development. *The DATA BASE for Advances in Information Systems*, 30, 2 (Spring 1999), 66-81.
- [19] Janischowsky, B. and Schonenbach, R. 2009. *Getting Multisourcing Right!* Sovereign Publications, London.
- [20] Janssen, M. and Joha, A. 2006. Motives for establishing shared service centers in public administration. *International Journal of Information Management*, 6 (April 2006), 102-115.
- [21] Levina, N. and Su, N. 2008. Global Multisourcing Strategy: The Emergence of a Supplier Portfolio in Services Offshoring. *Decision Sciences*, 39, 3 (August 2008), 541-570.
- [22] Lewin, K. 1947. Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibrium and Social Change. *Human Relations*, 1, 1 (June 1947), 5-41.
- [23] Lewin, K. 1951. *Field Theory in Social Science*. Harper & Bros, New York.
- [24] Malik, F. 2010. *Richtig denken- wirksam managen: Mit klarer Sprache besser führen*. Campus Verlag, Frankfurt.
- [25] Mayo, M., Lang, T. and Aitchison, D. 2010. *The TPI Index - An Informed View of the State of the Global Commercial Outsourcing Market Fourth Quarter and Full-year of 2009*. Technology Partners International, Inc., Houston, TX.
- [26] Obermeier, G. 2000. Shareholder Value-Oriented Management in the Light of Gutenberg's Theories. In *Theory of the Firm: Erich Gutenberg's Foundations and Further Developments*, H. Albach, K. Brockhoff, E. Eymann, P. Jungen, M. Steven and A. Luhner. Springer, Berlin.
- [27] Oesterle, H. and Winter, R. 2003. Business Engineering. In *Business Engineering*, H. Oesterle and R. Winter. Springer, Berlin.
- [28] Oshri, I., Kotlarsky, J., Rottman, J. W. and Willcocks, L. 2009. Global sourcing: recent trends and issues. *Information Technology & People*, 22, 3 (Summer 2009), 192-200.
- [29] Rapoport, R. N. 1970. Three dilemmas of action research. *Human Relations*, 23 (December 1970), 499-513.
- [30] Ridder, F. and Cohen, L. R. 2008. *Ten Competencies and Key Activities for Mastering Multisourcing*. Gartner Research, Inc., Stamford, CT.
- [31] Schulte-Zurhausen, M. 2004. *Organisation*. Vahlen, München.
- [32] SEI 2007. *CMMI for Acquisition, Version 1.2*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- [33] Susman, G. I. and Evered, R. D. 1978. An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23, 4 (December 1978), 582-603.

- [34] Tapper, D. 2009. *Worldwide and U.S. IS Outsourcing Services 2009–2013 Forecast Update: November 2009*. International Data Corporation (IDC), Framingham, MA.
- [35] Weill, P. 2004. Don't Just Lead, Govern: How Top-Performing Firms Govern IT. *MIS Quarterly Executive*, 8, 1 (March 2004), 1-21.
- [36] Weill, P. and Ross, J. W. 2004. *IT Governance: How top performers manage IT decision rights for superior results*. Harvard Business Press, Boston, MA.



# SOA-Governance für effektive serviceorientierte Architekturen – Eine empirische Studie in der deutschen Dienstleistungswirtschaft

Nils Joachim

Daniel Beimborn

Tim Weitzel

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Informationssysteme in Dienstleistungsbereichen  
Universität Bamberg, Feldkirchenstr. 21, D-96045 Bamberg, Germany

+49 (0)951 863 – {2876 | 2525 | 2871}

{nils.joachim | daniel.beimborn | tim.weitzel}@uni-bamberg.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Sowohl die jüngere Forschung als auch die Erfahrung von Praktikern postulieren, dass eine SOA-Governance kritisch für eine erfolgreiche Implementierung von serviceorientierten Architekturen (SOA) ist. Dieser Beitrag bietet eine der ersten empirischen Untersuchungen bezüglich der Bedeutung verschiedener SOA-Governance-Mechanismen (Schaffung von Entscheidungsstrukturen, Nutzung von Standards, Verwendung von Servicemanagement- und Serviceentwicklungsprozessen, Qualifikation von Mitarbeitern und Zusammenarbeit von Fachbereichen) für das Erreichen der gewünschten Modularität und einer hohen Wiederverwendungsrate. Die Ergebnisse basieren auf einer Umfrage unter deutschen Dienstleistungsunternehmen und zeigen, dass eine höhere Wiederverwendung nicht nur direkt durch verschiedene SOA-Governance-Mechanismen, sondern vor allem auch durch eine geeignetere Modularität als Mediator erreicht wird. Außerdem ist die Verwendung bestehender Entscheidungsstrukturen gegenüber der Schaffung neuer Entscheidungsstrukturen in Bezug auf die Erreichung von Modularität und Wiederverwendung zu favorisieren. Zuletzt wird ein starker Einfluss der Verwendung von Standards und klar definierter Servicemanagementprozesse auf die Effektivität von SOA deutlich.

## Stichworte

Serviceorientierte Architektur, SOA, IT-Governance, SOA-Governance, Wiederverwendung, Modularität, Empirie, PLS

## 1. EINLEITUNG

Hinter serviceorientierten Architekturen (SOA) steckt die Idee der komponentenorientierten Entkopplung von Geschäftsprozessen und ihrer Implementierung durch eine neue Service-„Schicht“ [36]. Die Einführung von SOA macht demnach die zusätzliche Berücksichtigung dieser neuen Service-Schicht notwendig, die zwischen und zusätzlich zu den bisherigen Applikationen und Geschäftsprozessen eingezogen wird. Durch diesen Zusatzauf-

wand erhöht SOA zunächst erst einmal die Komplexität, anstatt dem Unternehmen bei seinen Problemen im Informationsmanagement mit historisch gewachsenen Anwendungslandschaften zu helfen. So ist es für eine effektive SOA unausweichlich, auch eine eigene SOA-Governance zu etablieren [8, 25, 41]. Dabei definieren wir SOA-Governance als eine Erweiterung der IT-Governance, die alle Veränderungen umfasst, die auf der IT- sowie der Geschäftsprozessebene notwendig sind, um SOA einzuführen, zu managen und die damit verbundenen Ziele zu erreichen. Die Notwendigkeit einer SOA-Governance bringt Gartner-Analyst Paolo Malinverno auf den Punkt: „The main reason SOA projects fail is because there is a lack of governance“ [32].

Die technischen Aspekte für eine erfolgreiche SOA-Konzeption und -Implementierung sind bereits ausgiebig in wissenschaftlichen Arbeiten untersucht worden. Es existiert allerdings eine substanzielle Forschungslücke darüber, wie Unternehmen SOA tatsächlich erfolgreich einführen und betreiben sollen [39] (d. h. die Ausgestaltung der SOA-Governance selbst), obwohl die Wichtigkeit einer SOA-Governance sowohl bei Expertenbefragungen als auch in der Literatur festgestellt wurde [13]. So haben Viering et al. [39] in einer Literaturrecherche der SOA-bezogenen Forschung festgestellt, dass das Themenfeld „Organization and Governance“ nur in 4 der 175 untersuchten Artikel behandelt wird.

Dieser mangelnde Forschungsstand spiegelt sich auch in den Ergebnissen einer Forrester-Studie wider, in der nur 20% der Unternehmen angegeben haben, dass SOA die erwarteten Vorteile überwiegend erfüllt hat; wohingegen 50% der Unternehmen deutlich weniger Vorteile als erwartet realisiert haben [16]. Gerade die Untersuchung der Effektivität von SOA-Governance-Mechanismen ist also für Praktiker von hohem Interesse, um zu erfahren, wie die erwarteten SOA-Vorteile im eigenen Unternehmen realisiert werden können.

Eines der wichtigsten Ziele, das immer wieder im Zusammenhang mit der Einführung von SOA genannt wird, ist die Möglichkeit Services wiederzuverwenden und dadurch schneller und flexibler auf Änderungen reagieren zu können [3, 42]. Daher werden wir die Bedeutung verschiedener SOA-Governance-Mechanismen in Bezug auf die Erreichung von Wiederverwendung als Maß für die Effektivität von SOA untersuchen. Unsere Forschungsfrage lautet:

*Welche SOA-Governance-Mechanismen sind wie wichtig, um eine effektive SOA (im Sinne hoher Wiederverwendungsraten) zu implementieren?*

In der Literatur wird der SOA-Governance generell Bedeutung zur Erlangung von Wiederverwendbarkeit beigemessen: "It may require very specific new guidelines to reinforce the importance of reusable artifacts and ensure widespread participation, plus a governing body with the power to oversee development and ensure compliance." [14, S. 60] Wir können mit der Beantwortung unserer Forschungsfrage den Stand der Literatur insofern erweitern, als dass wir diese Vermutung empirisch untermauern. Zusätzlich untergliedern wir den Gesamtkomplex der SOA-Governance in unterschiedliche Governance-Aspekte und untersuchen deren jeweilige Bedeutung empirisch im Detail, welches – soweit uns bekannt – der erste derartige Beitrag ist.

Der Artikel ist wie folgt aufgebaut: Nach einem Überblick über die theoretischen Grundlagen zu SOA und SOA-Governance wird darauf aufbauend in Kapitel 3 das Forschungsmodell entwickelt. Danach werden die per Fragebogen von Dienstleistungsunternehmen erhobenen Daten zur Evaluierung des Forschungsmodells vorgestellt, um es mittels Partial Least Squares zu testen. Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert, Einschränkungen aufgezeigt sowie Themenfelder für die weitere Forschung und Auswirkungen auf Forschung und Praxis dargelegt.

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

### 2.1 Serviceorientierte Architekturen

SOA ist in der Wissenschaft seit Jahren ein bedeutsames Thema. So wurden in diesem Themenfeld bereits wichtige Forschungsbedarfe aufgezeigt [12, 30, 40, 43] und zahlreiche konzeptionelle Arbeiten vorgestellt. Auch empirisch wurden erste Fallstudien durchgeführt [3, 17, 42] und Vorteile, die sich durch die Einführung von SOA ergeben, in quantitativen Studien untersucht [5, 23, 28, 37]. Es gibt derzeit jedoch noch keinen Konsens darüber, was SOA genau ist. Wir stützen uns auf die Definition von Bieberstein et al., die SOA als ganzheitlichen Architekturansatz bestehend aus IT- und Unternehmensaspekten definieren: "A service-oriented architecture is a framework for integrating business processes and supporting IT infrastructure as secure, standardized components – services – that can be reused and combined to address changing business priorities" [7, S. 5]. Diese Definition führt gleichzeitig auch die Wiederverwendung als eines der Ziele von SOA auf. Auch Gartner-Analyst Paolo Malinverno betont die Wichtigkeit der Wiederverwendung, um weitere SOA-Ziele zu erreichen: „Reuse is not a benefit of SOA but a hurdle that needs to be overcome in order to improve business agility and lower software maintenance“ [32].

Andere Autoren heben vor allem die Organisationssicht auf SOA hervor und definieren ergänzend das serviceorientierte Unternehmen (Service-Oriented Enterprise (SOE)) als "an enterprise that is modularized in business domains" [18, S. 35]. Diese Modularisierung des Unternehmens in Domänen hilft bei der Einrichtung von Shared-Service-Centern, die es Unternehmen ermöglichen, neue Produkte durch die Orchestrierung bestehender Services anzubieten [18]. Um die Funktionalität in einem SOE wiederverwenden zu können, muss sie in Shared-Service-Centern ausreichend modular in Form einzelner Services verfügbar gemacht werden.

Baskerville et al. [3] weisen auf die theoretisch sehr hohen Wiederverwendungspotenziale durch SOA hin, konnten sie in ihren beiden Fallstudien jedoch nur teilweise nachweisen, da in der Realität dann doch jeweils kleinere Anpassungen der implementierten Services notwendig waren, um vorhandene Funktionalität

wiederverwenden. Auch Yoon und Carter haben die Auswirkungen von SOA auf die Wiederverwendung existierender Funktionalität untersucht und konnten in 4 von 5 untersuchten Fallstudien die Realisierung dieses Ziels feststellen [42].

### 2.2 SOA-Governance

Um die potenziellen Vorteile der Wiederverwendung auch tatsächlich heben zu können, wird immer wieder die Implementierung einer umfassenden SOA-Governance postuliert [8, 25, 41]. Diese unterstützt das Unternehmen bei den neuen Herausforderungen, die sich durch eine SOA-Einführung ergeben, und erweitert somit die existierende IT-Governance.

Als Grundlage für unser Forschungsmodell werden wir auf dem konzeptuellen SOA-Governance-Modell von Kohnke et al. in der WIRTSCHAFTSINFORMATIK 2008 [21] aufbauen. Dieses Modell teilt SOA-Governance in drei Handlungsfelder ein: *Strukturen* (z. B. Entscheidungsgremien und -strukturen oder Standards für Services), *Prozesse* (z. B. Servicemanagement oder Anforderungsmanagement) und *Mitarbeiter* (z. B. Wissensmanagement oder Qualifikationsprofile). Wir verwenden dieses Modell, da es das umfassendste und in sich stimmigste Modell zu SOA-Governance darstellt und zudem in einem akademischen Journal veröffentlicht wurde. Viele andere SOA-Governance-Modelle fokussieren oder beschränken sich auf den Service-Lebenszyklus [vgl. 8, 33], welcher jedoch nur einen Aspekt innerhalb einer umfassenden SOA-Governance darstellt.

## 3. FORSCHUNGSMODELL

Im Folgenden wird das der empirischen Studie zugrunde liegende Forschungsmodell (vgl. Abbildung 1) entwickelt. Zunächst werden Modularität und Wiederverwendung als Ziele einer effektiven SOA dargestellt. Danach wird der Einfluss verschiedener SOA-Governance-Mechanismen auf diese beiden Effektivitätskriterien anhand der drei SOA-Governance-Handlungsfelder (Strukturen, Prozesse, Mitarbeiter) hergeleitet.

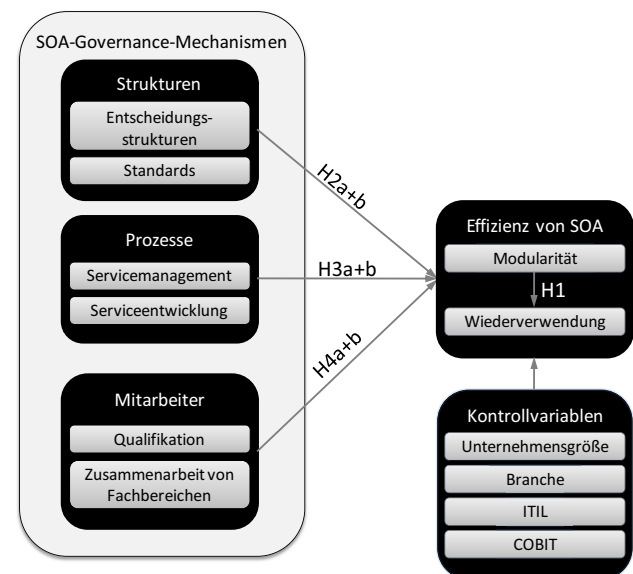


Abbildung 1. Forschungsmodell.

### 3.1 Effektivität von SOA

Wie oben argumentiert, ist die „Kapselung“ von Funktionalität in Form eines modularen Service kein Selbstzweck, sondern nur dann sinnvoll, wenn diese auch tatsächlich wiederverwendet wird, da dem höheren Aufwand bei der Realisierung ansonsten kein Nutzen gegenübersteht. Damit Services wiederverwendet werden können, müssen Sie eine geeignete Modularität aufweisen, die Schilling wie folgt definiert: „Modularity is a general systems concept: it is a continuum describing the degree to which a system's components can be separated and recombined, and it refers both to the tightness of the coupling between components and the degree to which the 'rules' of the system architecture enable (or prohibit) the mixing and matching of components“ [34, S. 312].

*Hypothese (H1): Eine höhere Modularität führt zu einer höheren Wiederverwendung von Services einer SOA.*

### 3.2 SOA-Governance

SOA-Governance wird entlang der drei Handlungsfelder *Strukturen*, *Prozesse* und *Mitarbeiter* konzeptualisiert.

#### 3.2.1 Strukturen

*Strukturen* stellen das erste Handlungsfeld einer SOA-Governance dar. Im Rahmen dieser Arbeit untersuchen wir hier insbesondere die Einführung neuer Entscheidungsstrukturen sowie die Verwendung von Standards.

Experten und Verantwortliche in Firmen führen oft ein SOA-„Center of Excellence (CoE)“ als Beispiel für die Einführung neuer Entscheidungsgremien und -strukturen an [20, 21], welches sowohl von Mitarbeitern der Fachseite als auch der IT besetzt ist [20]. Das CoE oder SOA Competence Center bündelt das Wissen des Unternehmens bezüglich SOA und führt unternehmensweit die Planung und alle operativen SOA-Aktivitäten durch [26]. Die ersten SOA-Projekte können durch bereits existierende Entscheidungsstrukturen umgesetzt werden. Neue Entscheidungsstrukturen, wie das CoE, werden vor allem dann notwendig, wenn SOA in Unternehmen großflächiger, d. h. bereichsübergreifend eingeführt wird [21]. Im Rahmen einer firmenweiten SOA-Einführung definiert das CoE auch neue Rollen zur Komplexitätsbewältigung, wie beispielsweise die der Servicebesitzer [21, 38]. Dabei soll die firmenweite Entwicklung so gelenkt werden, dass modulare Services entstehen, die auch an anderen Stellen wiederverwendet werden können.

*Hypothese (H2a): Die Einführung neuer zentraler SOA-fokussierter Entscheidungsgremien/-strukturen (z. B. SOA-„Center of Excellence (CoE)“) führt zu höherer Modularität und erhöht die Wiederverwendung.*

Neben der Einführung von SOA-Entscheidungsstrukturen ist die Etablierung und Verwendung von Standards ein weiterer Mechanismus der Strukturen im Governance-Modell von Kohnke et al. [21]. Diese Standards erstrecken sich dabei von den Kriterien zur Entscheidungsunterstützung (wann soll eine Funktionalität als Service implementiert werden?) bis hin zu Vorgaben für den Entwurf von Anwendungsschnittstellen. Erstere helfen dabei einen Modularitäts- und Granularitätsgrad zu identifizieren, der eine möglichst hohe Wiederverwendungsrate verspricht. Die Nutzung von offenen Referenzmodellen hilft demgegenüber bei dem Entwurf von Anwendungsschnittstellen, welche die Wiederverwendung erleichtern.

*Hypothese (H2b): Die Nutzung von Standards führt zu höherer Modularität und erhöht die Wiederverwendung.*

#### 3.2.2 Prozesse

Innerhalb des SOA-Governance-Handlungsfeldes *Prozesse* unterscheiden wir zwischen Prozessen des Servicemanagements und der Serviceentwicklung.

Das Servicemanagement bündelt alle Aufgaben, die zur Überwachung und Aufrechterhaltung der gesamten Lebenszyklen aller Services notwendig sind. Demnach gehören zu den Servicemanagement-Prozessen Aufgaben aus den Bereichen Verfügbarkeitsmanagement, Anwendungsmanagement und Service-Support [21, 33]. Ausgehend von dieser zentralen Perspektive auf alle existierenden Services kann die zukünftige Entwicklung von neuen Services oder die Weiterentwicklung bestehender Services gezielt so gelenkt werden, dass ein hoher Grad an Modularität sowie an Wiederverwendung erzielt werden kann.

*Hypothese (H3a): Die Einrichtung von Servicemanagement-Prozessen ermöglicht eine bessere Erreichung von höherer Modularität und Wiederverwendung.*

Innerhalb des Servicemanagements wird auch der Bedarf ermittelt, entweder neue Services zu entwickeln oder bestehende zu erweitern. Eine der Aufgaben der Prozesse zur Serviceentwicklung besteht dann darin, dass die neuen Services oder alternativ die neuen Versionen existierender Services auch weiterhin eine hinreichende Modularität aufweisen und kompatibel zu den anderen existierenden Services sind, um Wiederverwendung zu unterstützen.

*Hypothese (H3b): Die Einrichtung von Prozessen zur Serviceentwicklung erhöht die Modularität und Wiederverwendung.*

#### 3.2.3 Mitarbeiter

Das letzte Handlungsfeld der SOA-Governance nach Kohnke et al. [21] besteht aus Maßnahmen bezüglich der involvierten Mitarbeiter. In diesem Handlungsfeld unterscheiden wir zum einen die Qualifikation der Mitarbeiter und zum anderen die Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche. Eine weitere wichtige Maßnahme in diesem Bereich ist die Abstimmung der bestehenden Ziel- und Anreizsysteme mit den gesetzten SOA-Zielen [21].

Die Qualifikation der Mitarbeiter bezüglich ihres Wissens und ihrer Fähigkeiten bei der Implementierung und des Managements einer SOA sind wichtig, da SOA neue Fähigkeiten verlangt, die erst in Trainings und Fortbildungen vermittelt werden müssen [21]. Ohne ausreichendes Wissen über SOA und Erfahrung mit den serviceorientierten Konzepten ist es unwahrscheinlich, dass Services so entworfen werden, dass sie modular genug sind, um auch wiederverwendet zu werden.

*Hypothese (H4a): Eine höhere Qualifikation der Mitarbeiter erhöht die Modularität und Wiederverwendung.*

Da die Services einer SOA an den Geschäftsprozessen ausgerichtet sein sollen, um die jeweiligen Bedürfnisse der Fachbereiche zu unterstützen [7], ist es wichtig, dass die verschiedenen Fachbereiche gemeinsam an der Spezifikation ihrer Bedürfnisse arbeiten. Krafzig et al. [22] betonen in diesem Zusammenhang, dass die Möglichkeit, trotz verschiedener Hintergründe über den Begriff des „Service“ eine gemeinsame abstrakte Kommunikationsbasis zu haben, allen Beteiligten (Fach- wie IT-Seite sowie zwischen unterschiedlichen Fachbereichen) innerhalb eines SOA-Projektes dabei hilft, ihre Ideen und Anliegen effektiver zu kommunizieren. Demnach hilft vor allem auch die Zusammenarbeit zwischen Fachbereichen bei der Identifizierung von Services, um die Chance auf geeignete Modularität und Wiederverwendung durch ver-

schiedene Fachbereiche und Geschäftsbereiche zu erhöhen und Synergien zu erzielen. Eine SOA-Governance sollte dementsprechend Personen aus verschiedenen Fachbereichen involvieren und zur Zusammenarbeit bringen.

*Hypothese (H4b): Die Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche erhöht die Modularität und Wiederverwendung.*

### 3.3 Kontrollvariablen

Neben SOA-Governance als theoretisch relevanter Determinante für SOA-Effektivität werden bei der folgenden empirischen Untersuchung diverse Kontrollvariablen berücksichtigt: Unternehmensgröße, Branchenzugehörigkeit, sowie die generelle Verwendung von ITIL zum Service-Management und COBIT als IT-Governance-Rahmenwerk (Ausmaß der ITIL/COBIT-Verwendung).

## 4. METHODIK UND ERGEBNISSE

In diesem Abschnitt wird zunächst die Datenerhebung beschrieben. Anschließend werden die Datenqualität sowie das Messmodell überprüft, bevor die eigentlichen Hypothesen getestet werden.

### 4.1 Datenerhebung

Zur Evaluierung unseres Forschungsmodells wurde ein quantitatives Forschungsdesign gewählt und eine Umfrage unter den 3.000 größten Dienstleistungsunternehmen in Deutschland durchgeführt. Die teilnehmenden Unternehmen gehören beispielsweise zu den Branchen Logistik, Handel, Finanzdienstleister, Energie oder Informationstechnologie & Kommunikation (US SIC Codes 4.000 bis 8.999). Der Grund für die Beschränkung auf die Dienstleistungsbranche liegt darin, dass die Geschäftsprozesse bei diesen Unternehmen relativ gesehen stark von der IT abhängen, wohingegen im herstellenden Gewerbe der Einfluss anderer physischer Güter und Ressourcen eine größere Rolle spielt.

Jedes Unternehmen wurde telefonisch kontaktiert, um den leitenden IT-Architekten zu identifizieren und ihn um seine Teilnahme zu bitten. Durch dieses Vorgehen konnten 1.743 geeignete Personen identifiziert werden. Diesen wurde im Anschluss ein Fragebogen zugesandt. Nach einigen Erinnerungen (per E-Mail, Post und Telefon) konnte ein Rücklauf von 247 ausgefüllten Fragebögen erreicht werden (Rücklaufquote = 14,2%).

Die in der folgenden Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse aus der Umfrage machen deutlich, dass die eigene IT der Unternehmen eher wenig Erfahrung mit SOA hat (59% bis 61%) und folglich auch die Implementierung von SOA von 88% der Befragten als anspruchsvolle Aufgabe angesehen wird, die erhebliche personelle Kapazitäten erfordert (72%). Diese Einschätzungen führen auch dazu, dass 62% der Unternehmen davon ausgehen, ihre Organisations- und Entscheidungsstrukturen im Rahmen einer SOA-Initiative anpassen zu müssen sowie das Personal weiterzubilden (64%). Von diesen Maßnahmen erhoffen sich über die Hälfte (56%) der Teilnehmer dann eine Reduzierung redundanter Implementierungen, d. h. eine höhere Wiederverwendungsrate durch die Einführung von SOA.

Für die folgenden Hypothesentests wurden von den 247 Rückläufern diejenigen Unternehmen ausgewählt, die bereits eine SOA implementiert haben und einen ausreichenden Grad an SOA-Adoption aufweisen, um valide Auskünfte zur Governance geben zu können. Schließlich wurden auch noch diejenigen Datensätze ausgeschlossen, die fehlende Werte in den für die Auswertung genutzten Fragen aufweisen, sodass in der folgenden Analyse 74 Datensätze verwendet wurden.

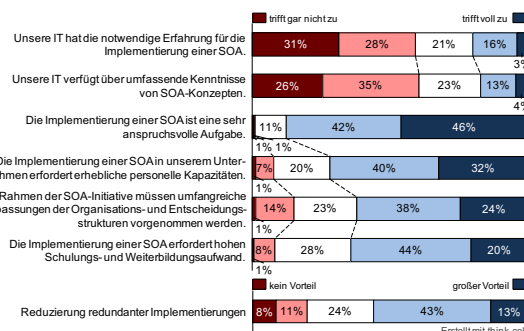


Abbildung 2. Ergebnisse aus der Umfrage (N = 165- 235).

Alle Konstrukte des entwickelten Forschungsmodells wurden durch reflektive Multi-Item-Messmodelle operationalisiert und bestehen aus 2-3 Indikatoren (siehe Anhang); nur für *Entscheidungsstrukturen* wurde ein einziges Item in Form einer direkten Frage verwendet. Für Modularität und Wiederverwendung wurden die Messmodelle zudem aus der Literatur abgeleitet; die übrigen Messmodelle, welche die verschiedenen SOA-Governance-Mechanismen erheben, mussten dagegen für den Zweck dieser Studie neu entwickelt werden. Die Operationalisierung dieser neuen Konstrukte basierte auf einer Literaturrecherche zur Identifizierung der relevanten (Teil-)Aspekte der einzelnen Konstrukte sowie auf einer Fallstudienreihe, die wir im Vorfeld bei neun großen Dienstleistungsunternehmen durchgeführt hatten.

Für die Kontrollvariablen wurde die *Unternehmensgröße* (Mitarbeiterzahl des Unternehmens) aus Sekundärquellen erhoben und logarithmiert verwendet. Ebenso wurde die *Branchenzugehörigkeit* sekundärstatistisch ermittelt und in Form von drei binären Variablen für Finanzdienstleistungen, Informationstechnologie & Kommunikation sowie Handel & Logistik operationalisiert. Zusätzlich wurden die Verwendung von *ITIL* für das Service-Management sowie *COBIT* als Vertreter eines IT-Governance-Rahmenwerkes mit zwei Indikatoren (vgl. ITIL und COBIT im Anhang) durch den Fragebogen erhoben.

Für die Datenanalyse wurden Partial Least Squares (PLS) (smart-PLS 2 M3 [31]) sowie PASW Statistics 18 genutzt.

### 4.2 Datenqualität und Messmodell

Vor dem Test des Forschungsmodells wurde überprüft, ob die Daten normalverteilt sind. Der Kolmogorov-Smirnov-Test zeigt, dass dies nicht der Fall ist. Diese verletzte Vorbedingung kovarianzbasierter Strukturgleichungsansätze sowie die begrenzte Stichprobengröße waren die Gründe für die Auswahl von PLS zum Testen des Forschungsmodells [10].

Die Daten wurden auf Indizien für *Common Method Bias* (CMB) getestet. Harmans Ein-Faktor-Test zeigte, dass der erste Faktor nicht die Mehrheit, sondern nur 27,4% der Varianz aller Indikatoren erklärt. Ein weiteres Vorgehen zur Überprüfung auf CMB wird in Liang et al. [24] basierend auf Podsakoff et al. [29] vorgestellt. Für diesen Test wurden im PLS-Modell alle Indikatoren in Single-Item-Konstrukte überführt und Beziehungen von ihren jeweils assoziierten Konstrukten sowie einem neuen latenten Methodenfaktor, der mit einem reflektiven Messmodell aus allen Indikatoren des Forschungsmodells gemessen wird, eingefügt. Dieses Vorgehen zeigt, dass die durch den CMB-Faktor erklärte durchschnittlich extrahierte Varianz (DEV) nur 0,009 beträgt, wohingegen die durch die Indikatoren erklärte DEV 0,719 ist. Das

Verhältnis der beiden beträgt demnach 1:80 (Liang et al. [24] deklarieren in ihrer Analyse schon ein Verhältnis von nur 1:42 als CMB-frei). Bei dem Vorgehen nimmt jedoch der Pfad von einem der 20 Indikatoren (MOD2) zu seinem assoziierten Konstrukt einen Wert von 1,011 an. Dies legt den Verdacht auf Multikollinearität nahe, die entweder aus einem doch existierenden CMB oder einer hohen gemeinsamen Varianz der Variablen stammt. Eine zusätzliche Analyse der Varianzinflationsfaktoren (VIFs) anhand einer durchgeführten Regression unter Verwendung der latenten Variablen-Scores weist jedoch VIFs von nur 1,232 bis 1,733 aus, sodass nicht von Multikollinearität ausgegangen werden kann und diese Erklärungen ausscheiden. Der Test auf CMB nach Liang et al. [24] wurde vorsichtshalber trotzdem ohne den fragwürdigen Indikator MOD2 wiederholt. Bei dieser erneuten Berechnung traten das Pfadproblem nicht mehr auf und die DEV aufgrund der verwendeten Methode betrug nun 0,004 gegenüber der durch die Indikatoren erklärten DEV von 0,726 (= Verhältnis von 1:182). Da so oder so jedoch nur sehr wenige der vom latenten Methodenfaktor ausgehenden Pfade signifikant waren und sich weder die Vorzeichen noch die Signifikanzniveaus der Pfadkoeffizienten im Strukturmodell des Forschungsmodells durch das Entfernen des entsprechenden Indikators änderten, wurde der Indikator MOD2 zur Erhöhung der Reliabilität im Rahmen der Analyse weiter verwendet.

Weiterhin wurde geprüft, ob in den Daten ein *Non-Response Bias* existiert. Dazu wurde der Datensatz in zwei Hälften aufgeteilt und die Antworten derjenigen Unternehmen, die direkt geantwortet haben, mit denjenigen verglichen, die erst im späteren Verlauf, durch „Reminder“ motiviert, geantwortet haben. Dabei werden die Antworten der Unternehmen, die verzögert geantwortet haben, als Schätzer für diejenigen Unternehmen genommen, die gar nicht geantwortet haben [1]. Der Kolmogorov-Smirnov-Test zeigt dabei keine signifikanten Unterschiede.

Nachdem die Qualität der zugrundeliegenden Daten ausführlich analysiert wurde, haben wir die Reliabilität und Validität des PLS-Messmodells getestet. Alle Faktorladungen sind, wie in [27] gefordert, größer als 0,707, bis auf die minimale Abweichung von SMM3 mit 0,699. Tabelle 1 zeigt, dass die Kriterien zur Konstruktvalidität (Konvergenz- und Diskriminanzvalidität) erfüllt sind. Alle Faktorreliabilitäten (Composite Reliability, C.R.) sind größer als 0,7 [27] und auch die DEV ist entsprechend [9] für jedes Konstrukt größer als 0,5. Zur Überprüfung der Diskriminanzvalidität zeigt Tabelle 1, dass die Wurzel der DEV immer größer ist als die Korrelationen der latenten Variablen [15]. Darüber hinaus ergab auch die Prüfung der (nicht dargestellten) Kreuzladungen, dass die verwendeten Indikatoren jeweils deutlich höher mit den ihnen assoziierten Konstrukten als mit allen anderen Konstrukten korrelieren.

**Tabelle 1. Konvergenz- und Diskriminanzvalidität**  
(Korrelationen der latenten Variablen und Wurzel der DEV (grau hinterlegte Zellen)).

Konstrukt	C.R.	DEV	Wiederverwendung	Modularität	Entscheidungsstrukturen	Standards	Service-management	Service-entwicklung	Qualifikation von Mitarbeitern	Zusammenarbeit von Fachbereichen
Wiederverwendung	0,919	0,791	0,889							
Modularität	0,658	0,852	0,631	0,811						
Entscheidungsstrukturen	1,000	1,000	-0,106	-0,166	1,000					
Standards	0,810	0,681	0,389	0,388	0,051	0,825				
Service-management	0,796	0,566	0,401	0,269	0,427	0,206	0,752			
Serviceentwicklung	0,856	0,666	0,198	0,248	0,369	0,067	0,317	0,816		
Qualifikation von Mitarbeitern	0,923	0,799	0,208	0,284	0,216	0,116	0,161	0,339	0,894	
Zusammenarbeit von Fachbereichen	0,924	0,859	0,282	0,445	-0,044	0,086	0,391	0,318	0,241	0,927

### 4.3 Test des Forschungsmodells

Die aus der PLS-Kalkulation resultierenden Bestimmtheitsmaße ( $R^2$ ) in Tabelle 2 zeigen, dass die verschiedenen SOA-Governance-Mechanismen substanzielle Anteile der Varianzen der abhängigen Variablen Modularität (42,6%) und Wiederverwendung (50,8%) erklären. Ein nur auf die Kontrollvariablen reduziertes Modell erklärt dagegen nur 14,8% bzw. 7,2% der Varianzen in den abhängigen Variablen.

**Tabelle 2. Bestimmtheitsmaße ( $R^2$ ) des Modelltests**

$R^2$	Modularität	Wiederverwendung
Gesamtes Modell	0,426	0,508
Nur Kontrollvariablen	0,148	0,072

Grundsätzlich kann also festgehalten werden, dass SOA-Governance eine wichtige erklärende Determinante für eine effektive SOA mit geeigneter Modularität und hoher Wiederverwendungsrate der implementierten Services ist.

Tabelle 3 differenziert nun dieses Bild hinsichtlich der konkreten Governance-Handlungsfelder mit ihren unterschiedlichen Mechanismen. Die dargestellten Pfadkoeffizienten und jeweiligen Signifikanzniveaus (ermittelt durch Bootstrapping mit 2.000 Läufen) geben den Zusammenhang zwischen den einzelnen Governance-Mechanismen und den Zielvariablen an.

Die Analyse der Pfadkoeffizienten zeigt zuerst, dass eine höhere Modularität sehr stark mit dem Grad der Wiederverwendung zusammenhängt. Betrachtet man den Einfluss der verschiedenen SOA-Governance-Maßnahmen, so fällt zunächst auf, dass die Einführung neuer Entscheidungsstrukturen einen negativen Zu-

sammenhang sowohl mit Modularität als auch mit Wiederverwendung aufweist. Die Verwendung von Standards zeigt dagegen deutlich den hypothetisierten positiven Einfluss auf Modularität und einen schwach signifikanten Einfluss auf die Wiederverwendung. Die Etablierung von Servicemanagementprozessen wirkt moderat auf Modularität und stark auf Wiederverwendung. Demgegenüber hat die Einführung von Prozessen zur Serviceentwicklung nur einen schwachen Einfluss auf die Modularität und keinen Einfluss auf die Wiederverwendung. Im Handlungsfeld Mitarbeiter zeigt sich, dass eine höhere Qualifikation mit höherer Modularität einhergeht, jedoch nicht mit einer höheren Wiederverwendungsrate. Zuletzt äußert sich die Zusammenarbeit der verschiedenen Fachbereiche in einer höheren Modularität, jedoch auch in einer leicht geringeren Wiederverwendbarkeit.

**Tabelle 3. Pfadkoeffizienten und Signifikanzniveaus**

Hyp.	SOA-Governance-Mechanismus	Modularität	Wiederverwendung
H1	Modularität		<b>0,457***</b>
H2a	Entscheidungsstrukturen	<b>-0,346***</b>	<b>-0,236***</b>
H2b	Standards	<b>0,317***</b>	<b>0,147*</b>
H3a	Servicemanagement	<b>0,178**</b>	<b>0,367***</b>
H3b	Serviceentwicklung	<b>0,161*</b>	0,064
H4a	Qualifikation	<b>0,182**</b>	0,061
H4b	Zusammenarbeit von Fachbereichen	<b>0,238**</b>	<b>-0,123*</b>
<b>Kontrollvariablen:</b>			
	Unternehmensgröße	<b>-0,204**</b>	<b>-0,143**</b>
	Branche:		
	Finanzdienstleistungen	0,048	<b>0,095*</b>
	IT und Kommunikation	<b>-0,220***</b>	0,064
	Handel und Logistik	<b>0,124*</b>	<b>-0,145**</b>
	ITIL	<b>0,113*</b>	<b>-0,131**</b>
	COBIT	-0,018	-0,009

Anmerkung: \*\*\*  $p \leq .01$ ; \*\*  $p \leq .05$ ; \*  $p \leq .1$  (einseitige Signifikanzniveaus)

Der Test der Kontrollvariablen zeigt, dass größere Unternehmen sowohl eine signifikant geringere Modularität als auch eine signifikant geringere Wiederverwendung aufweisen. Hinsichtlich der Branchenzugehörigkeit fällt auf, dass die Finanzdienstleister zwar keine höhere Modularität aufweisen, jedoch eine etwas höhere Wiederverwendungsrate als die anderen Unternehmen angeben. Zusätzlich haben IKT-Unternehmen eine signifikant niedrigere Modularität, aber keine abweichende Wiederverwendungsrate. Handel & Logistik weisen interessanterweise zwar eine höhere Modularität auf, jedoch gleichzeitig eine signifikant geringere Wiederverwendung<sup>1</sup>. Die Verwendung von ITIL im Servicemanagement führt zwar zu einer leicht höheren Modularität, diese schlägt sich aber nicht in einer höheren Wiederverwendung nieder. Ein Test der direkten Beziehung von ITIL auf die Wiederverwendung ohne Einbeziehung der Modularität als Mediator zeigt, dass kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen

der Verwendung von ITIL und der Wiederverwendungsrate von Services besteht. Somit stellt der in der Tabelle aufgeführte negative Effekt nur einen statistischen Ausgleich im Sinne einer Neutralisierung des Mediationseffektes dar. Abschließend bleibt anzumerken, dass COBIT gar keinen Einfluss aufweist.

Tabelle 4 zeigt die Einzeleffektstärken ( $f^2$ ). Alle untersuchten SOA-Governance-Mechanismen weisen zumindest einen geringen Effekt auf Modularität auf – im Fall der Verwendung von Standards sogar einen mittleren Effekt. Demgegenüber haben nur die beiden SOA-Governance-Mechanismen aus dem Handlungsfeld Strukturen (Entscheidungsstrukturen und Standards) sowie die Verwendung von Servicemanagement-Prozessen einen relevanten Einfluss auf die Wiederverwendung, wobei der Effekt von Servicemanagement als am stärksten einzustufen ist. Die drei übrigen Mechanismen spielen keine Rolle für die Wiederverwendung.

**Tabelle 4. Effektstärke ( $f^2$ ) (\*: mittel; \*: gering, nach [9, 11])**

SOA-Governance-Mechanismus	Modularität	Wiederverwendung
Modularität		<b>0,24**</b>
Entscheidungsstrukturen	<b>0,08*</b>	<b>0,13*</b>
Standards	<b>0,17**</b>	<b>0,02*</b>
Servicemanagement	<b>0,03*</b>	<b>0,16**</b>
Serviceentwicklung	<b>0,03*</b>	0,01
Qualifikation	<b>0,05*</b>	0,01
Zusammenarbeit von Fachbereichen	<b>0,06*</b>	0,01

#### 4.4 Post-hoc-Analyse von Mediationseffekten

Aufgrund der Beobachtung, dass beispielsweise die Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche nicht mit einer höheren Wiederverwendungsrate zusammenhängt, haben wir mögliche Mediationseffekte näher untersucht, die aus der Berücksichtigung von Modularität in unserem Forschungsmodell aufgetreten sein könnten. Daher wurde das ursprüngliche Forschungsmodell erneut ohne das Konstrukt der Modularität berechnet, um nur die direkten Effekte zwischen den SOA-Governance-Mechanismen und der Wiederverwendung zu schätzen. Bei diesem Vorgehen werden die Veränderungen in den Pfadkoeffizienten zwischen den verschiedenen SOA-Governance-Mechanismen und der Wiederverwendung analysiert, um so eine teilweise oder vollständige Mediation dieser Beziehung durch Modularität zu entdecken [2]. Dabei ist eine teilweise oder vollständige Mediation so zu interpretieren, dass die verschiedenen SOA-Governance-Mechanismen nicht direkt zu höherer Wiederverwendung führen, sondern dass dieses Ziel teilweise oder ausschließlich durch die Realisierung einer höheren Modularität erreicht wird.

Tabelle 5 zeigt die Pfadkoeffizienten der erneuten Modellberechnung ohne Modularität als Mediator sowie die Ergebnisse der z-Tests nach Sobel und Aroian [35], welche übereinstimmende Signifikanzniveaus bezüglich der Existenzen der Mediationseffekte in unseren Daten bestätigen. Ergänzend ist auch die Stärke der mediiierenden Effekte durch die VAF (Variance Accounted For)<sup>2</sup> in der Tabelle aufgeführt. Insgesamt belegt die Mediationsanalyse, dass Modularität in der Tat ein Mediator für die Beziehung zwischen SOA-Governance-Mechanismen und Wiederverwendung

<sup>1</sup> Während unsere Daten die von Chin [9] geforderte Stichprobengröße für das Forschungsmodell erfüllen (d. h. 10x so viele Datensätze wie maximal eingehende Kanten in ein einziges Konstrukt), fehlten beim sequenziellen Test der verschiedenen Kontrollvariablen jeweils sechs Datensätze. Die eigentlichen Hypothesentests fanden deswegen zunächst in einem Modell ohne Kontrollvariablen statt.

<sup>2</sup> Zur Quantifizierung des mediiierenden Effektes wird das Verhältnis des indirekten Effektes zum totalen Effekt nach folgender Formel berechnet [35]:  $VAF = (a \times b) / ((a \times b) + c)$

ist. So kann für Entscheidungsstrukturen (29%), Standards (33%) und Servicemanagement (17%) von einer teilweisen Mediation des Effektes durch Modularität gesprochen werden, bei welcher 17% bis 33% des Effektes zwischen der jeweiligen Governance-Variable und Wiederverwendung auf Modularität als Mediatorvariable und damit Erklärung zurückzuführen sind. Im Falle von Serviceentwicklung und Qualifikation wirkt Modularität sogar als vollständiger Mediator, der einen signifikanten, positiven direkten Zusammenhang zu einem nicht signifikanten Pfad werden lässt. Gemäß [35] sind diese VAF-Werte auf 1 gesetzt.

**Tabelle 5. Pfadkoeffizienten ( $\beta$ ) und Signifikanzniveaus der direkten Effekte ohne Modularität als Mediator sowie die Ergebnisse der z-Tests nach Sobel/ Aroian und VAF-Werte**

	Wiederverwendung ( $\beta$ )	Sobel z-Test	Aroian z-Test	VAF
Entscheidungsstrukturen	-0,390***	-2,59***	-2,55***	0,29
Standards	0,297***	2,52***	2,47***	0,33
Servicemanagement	0,441***	1,71**	1,67**	0,17
Serviceentwicklung	0,142*	1,61*	1,58*	1,00
Qualifikation	0,141*	1,68**	1,64*	1,00
Zusammenarbeit von Fachbereichen	-0,013			

Anmerkung: \*\*\*  $p \leq .01$ ; \*\*  $p \leq .05$ ; \*  $p \leq .1$  (einseitige Signifikanzniveaus)

Bezüglich der Zusammenarbeit der Fachbereiche kann dagegen nicht von einem Mediationseffekt gesprochen werden, da der direkte Pfad zwischen dieser Variable und Wiederverwendung in diesem Modell nicht signifikant ist. Eine zusätzliche Betrachtung des totalen Effektes von der Zusammenarbeit von Fachbereichen auf Wiederverwendung unter Einbeziehung von Modularität als Mediator (-0,014) belegt ebenfalls, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Zusammenarbeit von Fachbereichen und Wiederverwendung besteht. Der direkte negative Zusammenhang zwischen der Fachbereichszusammenarbeit und der Wiederverwendung in Tabelle 3 (-0,123) kann demnach so interpretiert werden, dass die Zusammenarbeit von Fachbereichen zwar einen Beitrag zu höherer Modularität liefert, diese jedoch nicht in höhere Wiederverwendungsraten mündet.

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse hinsichtlich der Bedeutung der verschiedenen SOA-Governance-Mechanismen noch einmal zusammen. Ergebnisse, die nicht den postulierten Hypothesen entsprechen, sind kursiv hervorgehoben.

**Tabelle 6. Ergebnisse der Untersuchung**

SOA-Governance-Mechanismus	Bedeutung für Wiederverwendung	Bedeutung für Modularität
H2a: Entscheidungsstrukturen	<i>Signifikant negativ</i>	<i>Signifikant negativ</i>
H2b: Standards	Signifikant positiv (tlw. mediert durch Modularität)	Signifikant positiv
H3a: Servicemanagement	Signifikant positiv (tlw. mediert durch Modularität)	Signifikant positiv
H3b: Serviceentwicklung	Signifikant positiv (voll mediert durch Modularität)	Signifikant positiv
H4a: Qualifikation	Signifikant positiv (voll mediert durch Modularität)	Signifikant positiv
H4b: Zusammenarbeit von Fachbereichen	<i>Kein Zusammenhang</i>	Signifikant positiv

## 5. DISKUSSION

Die empirischen Daten zeigen eindrücklich, dass das Etablieren einer SOA-Governance einen wichtigen Beitrag für die Implementierung einer effektiven serviceorientierten Architektur leistet. Sie zeigen jedoch auch zwei überraschende Ergebnisse:

1. Das Einrichten dedizierter SOA-Entscheidungsstrukturen hängt negativ mit der Effektivität (i.S.v. Modularität und Wiederverwendung) von SOA zusammen.
2. Die Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche zur Identifikation von Services spielt für die Wiederverwendung keine signifikante Rolle im Rahmen der SOA-Governance.

Eine mögliche Erklärung für das erste Ergebnis besteht darin, dass häufig existierende Entscheidungsgremien und -strukturen der IT-Governance auch für SOA genutzt werden und nicht zwingend komplett neue Instanzen zusammen mit der Einführung einer SOA eingerichtet werden. Ein Vergleich derjenigen Unternehmen, die SOA erst vor kurzem eingeführt haben, mit den Unternehmen, die SOA bereits vor 5 oder mehr Jahren eingeführt haben<sup>3</sup>, findet keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Einführung neuer Entscheidungsstrukturen. In beiden Gruppen bewerteten ca. 90% der Befragten den Indikator bezüglich der Einführung neuer Entscheidungsstrukturen für SOA (vgl. ENS im Anhang) mit 1 bis 3 auf einer 5-stufigen Likert-Skala. Nur 9% der ersten Gruppe und 10% der zweiten Gruppe haben die Frage mit 4 von 5 bewertet und kein einziges der gesamten 74 Unternehmen hat mit vollen 5 von 5 voll zustimmend geantwortet. Das zeigt, dass auch Unternehmen, die schon vor langer Zeit SOA eingeführt haben, eher keine neuen Entscheidungsstrukturen etabliert haben. Ähnliche Ergebnisse konnten wir auch in Fallstudien mit neun deutschen Dienstleistungsunternehmen beobachten. So hat eines dieser Unternehmen seinen SOA-Governance-Ansatz als „ganz schmal“ bezeichnet, da keine neuen Entscheidungsgremien oder -strukturen aufgesetzt wurden, sondern die etablierten weitergenutzt werden. Dadurch sollen bewusst Reibungsverluste vermieden werden, die beim Aufsetzen komplett neuer Strukturen entstehen könnten. Zudem geht man (erfolgreich) davon aus, dass sich die bisherigen Strukturen der IT-Governance auch für das Management einer SOA eignen und die Kompetenzen der bereits länger vorhandenen Entscheidungsstrukturen weitergenutzt werden können und sollen. Die größere Effektivität derjenigen Unternehmen, die keine neuen Entscheidungsstrukturen geschaffen haben, zeigt sich auch anhand der empirischen Ergebnisse – zumindest für die in diesem Beitrag untersuchte Erreichung von Modularität und Wiederverwendung. Entscheidend ist also nicht die Einführung *neuer* Entscheidungsstrukturen als vielmehr das effiziente Funktionieren von jeglichen Entscheidungsstrukturen – unabhängig davon, ob es sich um bestehende oder neue Strukturen handelt. Somit wird auch die in Abbildung 2 von 62% der Teilnehmer wahrgenommene Notwendigkeit, im Rahmen der SOA-Einführungen Anpassungen an der Organisations- und Entscheidungsstruktur vornehmen zu müssen, dahingegen konkretisiert.

<sup>3</sup> Für den Gruppenvergleich wurden aus den 74 Datensätzen diejenigen Unternehmen selektiert, die SOA seit max. 2 Jahren im Einsatz haben (32 Unternehmen), und mit denjenigen verglichen, die schon seit mehr als 5 Jahren eine SOA implementiert haben (20 Unternehmen). Die Scores der latenten Variablen wurden zwischen diesen beiden Gruppen mit dem Mann-Whitney-Test auf Unterschiedlichkeit geprüft.



siert, dass diese Anpassungen nicht zu neuen Entscheidungsstrukturen führen müssen, sondern die existierenden angepasst und besser genutzt werden können. Folglich relativieren unsere Ergebnisse die häufige Nennung des Erfolgsfaktors „Einrichtung neuer Rollen und organisatorischer Strukturen“ einer Expertenbefragung durch Durst und Daum [13].

Das zweite überraschende Ergebnis (Irrelevanz der Fachbereichsübergreifenden Zusammenarbeit für die Wiederverwendungsrate) ist verwunderlich, weil das Kooperieren der verschiedenen Fachbereiche im Rahmen der SOA-Governance häufig den wesentlichen oder sogar einzigen Schlüssel zur Identifikation von Wiederverwendungspotenzialen fachlicher Services darstellt. Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis stellt die nach wie vor geringe flächendeckende Ausbreitung von SOA in den untersuchten Unternehmen dar. Sowohl in der Umfrage als auch in den Fallstudien wurde in der großen Mehrheit der Fälle festgestellt, dass SOA nicht unternehmensweit sondern nach wie vor in einzelnen Geschäftsbereichen implementiert wird. Im Rahmen der Umfrage geben bspw. nur 4% von 240 Unternehmen an, einen Service Bus (z. B. ESB) *unternehmensweit* einzusetzen; weitere 6% setzen ihn immerhin *geschäftsbereichsübergreifend* ein; demgegenüber wird er bei 22% zumindest in ausgewählten Geschäftsbereichen oder Projekten verwendet. So findet man in Banken häufig Multichannelmanagement-Ansätze, die sich des SOA-Paradigmas bedienen. Hier findet zwar Wiederverwendung von Services durch die unterschiedlichen Kanäle statt, jedoch innerhalb eines einzigen Geschäftsbereichs – genau wie sich der gesamte SOA-Einsatz auf diesen Geschäftsbereich beschränkt. Da eine fachbereichsübergreifende Nutzung von Services in diesem Stadium nicht stattfindet, ist auch eine fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit weder angedacht noch kann sie effektivitätssteigernd sein.

Alle weiteren untersuchten SOA-Governance-Mechanismen entlang der von Kohnke et al. [21] identifizierten Handlungsfelder erweisen sich als positive Determinanten. Dazu zählen die Verwendung von Standards, die Mitarbeiterqualifikation und vorgegebene Prozesse für die Serviceentwicklung und das Servicemanagement. Die Ergebnisse des oben erwähnten Gruppenvergleichs auf Basis des Mann-Whitney-Tests zeigen zusätzlich, dass die SOA-erfahrenen Unternehmen (> 5 Jahre Nutzung) umfangreichere Prozesse für das Servicemanagement und die Serviceentwicklung einsetzen. Die Bedeutung geeigneter SOA-Governance-Prozesse nimmt mit fortschreitender Implementierung zu, da bei größerem SOA-Umfang auch ein vermehrter Koordinationsaufwand zur Identifikation und Hebung von Wiederverwendungspotenzialen auftritt und es schwieriger wird, den Überblick über die Servicelandschaft zu behalten.

Zuletzt zeigt der Gruppenvergleich, dass bei schon länger zurückliegenden SOA-Einführungen die Modularität ( $p \leq 0,01$ ) und die Wiederverwendung ( $p \leq 0,05$ ) insgesamt signifikant höher sind.

Eine Betrachtung der Kontrollvariablen zeigt, dass größere Unternehmen mit mehr Mitarbeitern generell eine geringere Modularität und Wiederverwendung aufweisen. Dies kann anhand der mit der Unternehmensgröße einhergehenden Komplexität und Vielzahl von Anwendungssystemen erklärt werden. Gleichzeitig wird interessanterweise deutlich, dass die Verwendung von ITIL nur einen geringen Einfluss auf die Modularität hat und auch die Verwendung von COBIT als IT-Governance-Rahmenwerk nicht dabei hilft, eine höhere SOA-Effektivität im Sinne von Modularität und Wiederverwendung zu erzielen.

Die Forschungsergebnisse unterliegen einigen Einschränkungen. Da es bisher keine quantitativen Studien zu SOA-Governance-Mechanismen gibt, war die Entwicklung neuer Messmodelle für die unabhängigen Variablen nötig. Die statistischen Tests zeigen zwar, dass dies insgesamt gut gelungen ist, jedoch sind weitere Forschungsarbeiten notwendig, um diese Messmodelle hinsichtlich Vollständigkeit und inhaltlicher Adäquatheit weiterzuentwickeln. Weiterhin haben wir uns auf Modularität und Wiederverwendung als Zielgrößen beschränkt. Die verschiedenen SOA-Governance-Mechanismen können und werden – genau wie die SOA selbst – durchaus weitere wichtige Ziele verfolgen, wie beispielsweise eine Steigerung der Daten- oder Prozessqualität, der unternehmerischen Flexibilität sowie von servicebasierten Outsourcing-Optionen. Zudem basieren die Auswertungen auf einer verhältnismäßig kleinen Stichprobe, sodass Zusammenhänge, die hier nicht signifikant sind, unter Umständen bei einer größeren Stichprobe entdeckt werden könnten [10]. Außerdem sind sowohl die unternehmensweite Ausbreitung von SOA selbst als auch die untersuchten SOA-Governance-Mechanismen sogar in vielen derjenigen Unternehmen, die bereits langjährige Erfahrungen mit SOA haben, nur zu einem mäßigen Grad umgesetzt. Mittelfristig ist jedoch zu erwarten, dass sich die Datenlage verbessert und belastbarere Studien ermöglicht.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Wir haben in diesem Artikel ein erstes Forschungsmodell für die Untersuchung von SOA-Governance entwickelt und empirisch evaluiert, um die Debatte bezüglich der Bedeutung einer umfassenden SOA-Governance mit empirischen Ergebnissen voranzubringen. Die Bedeutung verschiedener SOA-Governance-Mechanismen für die Erlangung von Modularität und Wiederverwendung in Unternehmen konnte klar aufgezeigt werden. So können Manager anhand dieser Ergebnisse fundierter entscheiden, welche SOA-Governance-Maßnahmen es am dringlichsten umzusetzen gilt, um die Basis für eine hohe Wiederverwendung von Services zu etablieren. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse auch, dass Modularität ein sehr bedeutsamer Mediator und damit Erklärungsfaktor für die Effekte der SOA-Governance-Mechanismen auf Wiederverwendung ist. Vor allem ist das Ergebnis interessant, dass die bloße Einführung neuer Entscheidungsstrukturen sowohl die Modularität als auch die Wiederverwendung reduziert. Das heißt, dass es weniger auf neue Strukturen ankommt, als vielmehr darauf, die bestehenden effizient weiter zu nutzen und so eine höhere Modularität und Wiederverwendung zu erreichen.

Die weitere Forschung sollte zum einen weiter ins Detail bei der Untersuchung von Entscheidungsgremien und -strukturen gehen, um hier stärker gestaltungsorientiert zu beleuchten, wie diese gestaltet und implementiert werden sollten. So könnten insbesondere weitere Einsichten bezüglich der weiteren Ausgestaltung der neuen oder auch alten Entscheidungsstrukturen gewonnen werden, die möglichst hohe Effektivität versprechen. Ebenso ist eine Untersuchung weiterer SOA-Governance-Mechanismen und anderer Erklärungsfaktoren, wie bspw. IT-Business-Alignment [4], wünschenswert. Auch sollten weitere Zielgrößen, wie beispielsweise die Erhöhung von Prozessqualität, der IT-Flexibilität, der Ermöglichung von Sourcing-Optionen [6, 19], betrachtet werden. Die Datenlage zeigt jedoch, dass die Umsetzung von unternehmensweiten SOA und den dazugehörigen Governance-Konzepten in der Praxis nach wie vor in den Kinderschuhen steckt und die Po-



tenziale für umfangreichere empirische Studien erst mittelfristig vielversprechend sind.

## 7. DANKSAGUNG

Die Autoren danken den Partnern des E-Finance Lab für ihre finanzielle Unterstützung.

## 8. REFERENZEN

- [1] Armstrong, J. S. und Overton, T. S. 1977. Estimating Nonresponse Bias in Mail Surveys. *Journal of Marketing Research (JMR)*. 14, 3, 396-402.
- [2] Baron, R. M. und Kenney, D. A. 1986. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*. 51, 6, 1173-1182.
- [3] Baskerville, R., Cavallari, M., Hjort-Madsen, K., Pries-Heje, J., Sorrentino, M., und Virili, F. 2005. Extensible Architectures: The Strategic Value of Service-Oriented Architecture in Banking. In *Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems*, Regensburg, Germany.
- [4] Beimbom, D. und Joachim, N. 2009. Proposing the Relationship between IT Business Alignment and the Business Value of Service-Oriented Architectures in Financial Firms. In *Enterprise Applications and Services in the Finance Industry*, D. Kundisch, D. J. Veit, T. Weitzel, und C. Weinhardt, Hg. Lecture Notes in Business Information Processing. Springer, Berlin, 78-93.
- [5] Beimbom, D. und Joachim, N. 2010. The joint impact of service-oriented architectures and business process management on business process quality: an empirical evaluation and comparison. *Information Systems and E-Business Management*. DOI = <http://dx.doi.org/10.1007/s10257-010-0129-1>.
- [6] Beimbom, D., Joachim, N., und Schlosser, F. 2009. The Role of SOA for BPO Intention – Proposing a Research Model. In *Proceedings of the 8th Workshop on eBusiness (WEB)*, Phoenix, AZ, USA.
- [7] Bieberstein, N., Bose, S., Fiammante, M., Jones, K., und Shah, R. 2005. *Service-Oriented Architecture (SOA) Compass: Business Value, Planning, and Enterprise Roadmap*. IBM Press, Upper Saddle River, NJ.
- [8] Brown, W. A., Moore, G., und Tegan, W. 2006. SOA governance - IBM's approach. I. Corporation, Hg. IBM Corporation, Somers, NY.
- [9] Chin, W. W. 1998. The Partial Least Square Approach to Structural Equation Modeling. In *Modern Methods for Business Research*, G. A. Marcoulides, Hg. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, USA, 295-336.
- [10] Chin, W. W. und Newsted, P. R. 1999. Structural equation modeling analysis with small samples using partial least squares. In *Statistical strategies for small sample research*, R. H. Hoyle, Hg. Sage Publications, Ltd., Thousand Oaks, 307-341.
- [11] Cohen, J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- [12] Demirkan, H. und Goul, M. 2006. AMCIS 2006 Panel Summary: Towards the Service Oriented Enterprise Vision: Bridging Industry and Academics. *Communications of the Association for Information Systems*. 18, 1, 546-556.
- [13] Durst, M. und Daum, M. 2007. Erfolgsfaktoren serviceorientierter Architekturen. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*. 253, 18-27.
- [14] Fricko, A. 2006. SOAs Require Culture Change And Service Reuse. *Business Communications Review*. 36, 5, 58-64.
- [15] Gefen, D., Straub, D. W., und Boudreau, M.-C. 2000. Structural Equation Modeling and Regression: Guidelines for Research Practice. *Communications of the Association for Information Systems*. 4, 1-77.
- [16] Heffner, R. 2009. Insights For CIOs: SOA And Beyond. *Forrester Research*.
- [17] Hirschheim, R., Welke, R., und Schwarz, A. 2010. Service-Oriented Architecture: Myths, Realities, and a Maturity Model. *MIS Quarterly Executive*. 9, 1, 37-48.
- [18] Janssen, M. und Joha, A. 2008. Emerging shared service organizations and the service-oriented enterprise: Critical management issues. *Strategic Outsourcing: An International Journal*. 1, 1, 35-49.
- [19] Joachim, N., Beimbom, D., und Weitzel, T. 2011. Eine empirische Untersuchung des Wertbeitrages von serviceorientierten Architekturen (SOA). In *10. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*, Zürich.
- [20] Keen, M., Allison, A., Dan, A., Falkl, J., Hatley, A., Peng, D., und Richter, J. 2008. Case Study: SOA Governance Scenario. I. Redpaper, Hg. IBM Corporation.
- [21] Kohnke, O., Scheffler, T., und Hock, C. 2008. SOA-Governance – Ein Ansatz zum Management serviceorientierter Architekturen. *Wirtschaftsinformatik*. 50, 5, 408-412.
- [22] Krafzig, D., Banke, K., und Slama, D. 2004. *Enterprise SOA. Service Oriented Architecture Best Practices*. Prentice Hall International.
- [23] Kumar, S., Dakshinamoorthy, V., und Krishnan, M. S. 2007. SOA and Information Sharing in Supply Chain: "How" Information is Shared Matters! In *Proceedings of the 28th International Conference on Information Systems*, Montreal, QC, Canada.
- [24] Liang, H., Saraf, N., Hu, Q., und Xue, Y. 2007. Assimilation of Enterprise Systems: The Effect of Institutional Pressures and the Mediating Role of Top Management. *MIS Quarterly*. 31, 1, 59-87.
- [25] Malinverno, P. 2006. Service-Oriented Architecture Craves Governance. Gartner Group Research Note, G00135396, 20.01.2006.
- [26] Mitra, T. 2005. *A case for SOA governance*. Letzte Aktualisierung: 16.08.2005. Zugriff am: 20.08.2010. <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-govern/>.
- [27] Nunnally, J. C. 1978. *Psychometric theory*. McGraw-Hill, New York.
- [28] Oh, L.-B., Leong, Y.-X., Teo, H.-H., und Ravichandran, T. 2007. Service-oriented Architecture and Organizational Integration: An Empirical Study of IT-Enabled Sustained Competitive Advantage. In *Proceedings of the 28th International Conference on Information Systems*, Montreal, QC, Canada.
- [29] Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J.-Y., und Podsakoff, N. P. 2003. Common Method Bias in Behavioral Research: A Critical Review of the Literature and

- Recommended Remedies. *Journal of Applied Psychology*. 88, 5, 879-903.
- [30] Ren, M. und Lyytinen, K. J. 2008. Building Enterprise Architecture Agility and Sustenance with SOA. *Communications of the Association for Information Systems*. 22, 75-86.
- [31] Ringle, C. M., Wende, S., und Will, A. 2007. SmartPLS 2.0 M3. Hamburg.
- [32] Saran, C. 2006. *SOA Will Fail Without Governance Warns Gartner*. Letzte Aktualisierung: 07.09.2006. Zugriff am: 11.08.2010.  
<http://www.computerweekly.com/Articles/2006/09/07/218322/soa-will-fail-without-governance-warns-gartner.htm>.
- [33] Schepers, T. G. J., Iacob, M. E., und van Eck, P. A. T. 2008. A lifecycle approach to SOA governance. In *Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing ACM*, Fortaleza, Ceara, Brazil, 1055-1061.
- [34] Schilling, M. A. 2000. Toward a General Modular Systems Theory and its Application to Interfirm Product Modularity. *Academy of Management Review*. 25, 2, 312-334.
- [35] Shrout, P. und Bolger, N. 2002. Mediation in Experimental and Nonexperimental Studies: New Procedures and Recommendations. *Psychological Methods*. 7, 4, 422-445.
- [36] Siedersleben, J. 2007. SOA revisited: Component orientation in system landscapes. *Wirtschaftsinformatik*. 49, Sonderheft, 110-117.
- [37] Tafti, A., Mithas, S., und Krishnan, M. S. 2008. The Effects of Information Technology and Service-Oriented Architectures on Joint Venture Value. In *Proceedings of the 29th International Conference on Information Systems*.
- [38] Varadan, R., Channabasavaiah, K., Simpson, S., Holley, K., und Allam, A. 2008. Increasing business flexibility and SOA adoption through effective SOA governance. *IBM Systems Journal*. 47, 3, 473-488.
- [39] Viering, G., Legner, C., und Ahlemann, F. 2009. The (Lacking) Business Perspective on SOA - Critical Themes in SOA Research. In *Proceedings of the 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*, H. R. Hansen, D. Karagiannis, und H.-G. Fill, Hg., Wien, 45-54.
- [40] Vitharana, P., Bhaskaran, K., Jain, H., Wang, H. J., und Zhao, J. L. 2007. Service-Oriented Enterprises and Architectures: State of the Art and Research Opportunities. In *Proceedings of the 13th Americas Conference on Information Systems* Colorado State University, Keystone, CO, USA.
- [41] Walker, L. 2007. IBM business transformation enabled by service-oriented architecture. *IBM Systems Journal*. 46, 4, 651-667.
- [42] Yoon, T. und Carter, P. E. 2007. Investigating the Antecedents and Benefits of SOA Implementation: A Multi-Case Study Approach. In *Proceedings of the 13th Americas Conference on Information Systems* Colorado State University, Keystone, CO, USA, 1-11.
- [43] Zhao, J. L., Goul, M., Purao, S., Vitharana, P., und Wang, H. J. 2008. Impact of Service-Centric Computing on Business and Education. *Communications of the Association for Information Systems*. 22, 16, 295-310.

## ANHANG: INDIKATOREN DES MESSMODELLS

Konstrukt	Label	Indikator (Skala: „trifft gar nicht zu“ bis „trifft voll zu“ (5- oder 7-stufige Likert-Skala mit 0 als mittlerem Wert, sofern nicht anders angegeben)	Mittelwert (Stabw.)	Ladung
Wiederverwendung	WIV1	Neue Funktionen in unseren Applikationen können größtenteils durch die Wiederverwendung bereits bestehender Komponenten (z. B. Services) realisiert werden.	0,30 (1,53)	0,905***
	WIV2	Viele unserer Applikationen bestehen aus wiederverwendbaren Softwarekomponenten.	0,22 (1,54)	0,951***
	WIV3	Funktionalitäten von Altsystemen können wir leicht in anderen Systemen weiterverwenden.	-0,53 (1,49)	0,807***
Modularität	MOD1	Wir können unseren Applikationen ohne größere Probleme neue Funktionalitäten hinzufügen.	0,81 (1,24)	0,807***
	MOD2	Durch den Austausch oder die Veränderung einzelner Komponenten wird die restliche IT-Infrastruktur nicht beeinträchtigt.	0,24 (1,48)	0,807***
	MOD3	Unsere Applikationen setzen sich aus klar abgegrenzten Modulen zusammen.	0,55 (1,38)	0,820***
Entscheidungsstrukturen	ENS	Im Rahmen der SOA-Initiative wurden neue Entscheidungsstrukturen (z. B. Center of Excellence, SOA-Board) zur Definition/Durchsetzung von SOA-Standards innerhalb des Unternehmens geschaffen.	-0,78 (1,25)	1,000
Standards	STD1	Die Schnittstellen unserer Applikationen basieren auf etablierten Standards.	0,93 (1,45)	0,866***
	STD2	Wir greifen beim Entwurf unserer Schnittstellen auf fachliche Standards (Prozess-, Funktions-, Datenmodelle) zurück.	1,19 (1,37)	0,783***
Service-management	SMM1	Wir haben ein zentrales Service-Management (Entwicklung, Laufzeitsteuerung, Abrechnung) etabliert.	-0,35 (1,28)	0,763***
	SMM2	Die Nutzung von Services durch die Fachbereiche wird transaktionsbasiert abgerechnet.	-1,45 (0,95)	0,792***
	SMM3	Für die interne Nutzung von Services sind SLAs zwischen Service-Anbieter und -Nutzer vereinbart.	-0,47 (1,22)	0,699***
Service-entwicklung	SEN1	Für die Genehmigung eines neuen Service existiert ein klar definierter Prozess.	-0,14 (1,30)	0,886***
	SEN2	In unserem Unternehmen werden verbindliche Servicedesign-Regeln konsequent befolgt.	-0,19 (1,02)	0,816***
	SEN3	Unsere SOA-Governance stellt erfolgreich sicher, dass Services maximal wiederverwendet werden.	-0,53 (1,14)	0,739***
Qualifikation	QUA1	Unsere IT ist in der Lage, die Prinzipien der Serviceorientierung schnell zu erfassen und umzusetzen.	0,57 (0,80)	0,865***
	QUA2	Unsere IT hat die notwendige Erfahrung für die Implementierung einer SOA.	0,30 (0,99)	0,916***
	QUA3	Unsere IT verfügt über umfassende Kenntnisse von SOA-Konzepten.	0,22 (0,97)	0,900***
Zusammenarbeit von Fachbereichen	ZAF1	Die Fachbereiche arbeiten gemeinsam an der Identifikation von Synergien in den Geschäftsprozessen.	0,09 (1,10)	0,914***
	ZAF2	Die Fachbereiche arbeiten gemeinsam an der fachlichen Bestimmung von Business-Services.	-0,12 (1,02)	0,939***
Unternehmensgröße	UNG	Logarithmus der gesamten Mitarbeiteranzahl des Unternehmens. (Quelle: Sekundärstatistik)		
Branche	BRA1 BRA2 BRA3	Drei Branchen-Binärvariablen: Finanzdienstleistungen, Informationstechnologie & Kommunikation sowie Handel & Logistik (Quelle: Sekundärstatistik)		
ITIL	ITIL	Wir haben alle ITIL-Prozesse/Funktionen in unserem Unternehmen umgesetzt.	-0,47 (1,79)	
COBIT	COBIT	Wir haben alle COBIT-Prozesse in unserem Unternehmen umgesetzt.	-1,41 (1,39)	

Anmerkung: \*\*\* p ≤ .01 (Wir berichten die einseitigen Signifikanzniveaus.)

# Informationsmanagement in der Produktion

## Empirische Ableitung eines Konzepts zur Ermittlung produktionsspezifischer Informationsbedarfe in industriellen Unternehmen

Margarete Koch  
Universität Stuttgart  
Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik 1  
Keplerstr. 17  
70174 Stuttgart  
+49 711 685-83193  
koch@wi.uni-stuttgart.de

Heiner Lasi  
Universität Stuttgart  
Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik 1  
Keplerstr. 17  
70174 Stuttgart  
+49 711 685-84185  
lasi@wi.uni-stuttgart.de

Hans-Georg Kemper  
Universität Stuttgart  
Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik 1  
Keplerstr. 17  
70174 Stuttgart  
+49 711 685-83195  
kemper@wi.uni-stuttgart.de

### KURZFASSUNG

Informationsbedarf bzw. Informationsbedarfsanalyse ist eines der grundlegendsten und vielschichtigsten Themen der Wirtschaftsinformatik. Die Definition relevanter Informationen und deren Beschaffenheit, d.h. die Definition der Informationsversorgung, bildet die Voraussetzung der Informationssystem (IS)-Entwicklung bzw. der Auswahl von Anwendungssystemen. Die vorliegende Forschungsarbeit hat das Ziel, die notwendige Informationsversorgung im Produktionsbereich industrieller Unternehmen explorativ zu erheben, zu strukturieren und ein Konzept für die Informationsversorgung abzuleiten. Motiviert ist diese Arbeit dadurch, dass bislang keine befriedigenden empirischen Untersuchungen darüber vorliegen, welche Informationen in welcher Beschaffenheit von den Aufgabenträgern in der Produktion zur Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden. Basierend auf dem Forschungsmodell der frühen Phase der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik wurden die Aufgaben, die Aufgabenträger sowie deren Informationsbedarf in der Produktion analysiert. In einer großzahligen (N = 329) empirischen Untersuchung wurden industrielle Unternehmen aus dem deutschsprachigen Raum zur Informationsversorgung und -nachfrage befragt. Auf dieser Basis wurde ein informationelles Schichtenmodell als Voraussetzung für die Entwicklung eines Informationsversorgungskonzepts für den Produktionsbereich abgeleitet.

### Keywords

Informationsbedarf, Informationsversorgung, Informationsmanagement, Produktion, Informationslogistik.

## 1. MOTIVATION

Die Notwendigkeit der kontinuierlichen Verbesserung von Produktionsprozessen sowie damit einhergehend die Anforderungen

an die beteiligten Aufgabenträger (Mitarbeiter im Produktionsbereich) steigen im Zuge der Globalisierung, besonders in Hochlohnländern wie Deutschland. Voraussetzung zur Erhaltung eines wettbewerbsfähigen Produktionsstandortes ist das Schaffen einer *adäquaten* Informationsversorgung innerhalb der Produktion, um flexibel auf dynamische Umweltbedingungen reagieren zu können. Adäquat meint in diesem Zusammenhang die empfängergerichte Aufbereitung der relevanten Informationen. Grundlage hierfür ist zunächst die Definition der notwendigen Informationen mit Hilfe einer Informationsbedarfsanalyse, in der *Art*, *Menge* und *Qualität* (Beschaffenheit) für die jeweiligen Aufgabenträger erhoben werden [22, 26].

Ziel des vorliegenden Beitrags ist zum einen die Entwicklung eines informationellen Schichtenmodells zur Klassifizierung der Aufgabenträger anhand des Informationsbedarfs und zum anderen die Entwicklung eines generischen Konzepts zur Ableitung einer adäquaten Informationsversorgung für den Produktionsbereich industrieller Unternehmen. Der Produktionsbereich umfasst sowohl die eigentliche Fertigung als auch das Produktionsmanagement. Hierzu wurden zunächst Aufgabentypen identifiziert und für diese die aktuelle Informationsversorgung, die Informationsnachfrage sowie die Zufriedenheit mit der Informationsqualität empirisch in einer Online-Befragung erhoben.

## 2. THEORETISCHE FUNDIERUNG

### 2.1 Informationsbedarf, Informationsangebot

Im Zusammenhang mit dem Informationsbedarf existieren zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten. So definiert bspw. Koreimann den Informationsbedarf als Summe aller Informationen, die notwendig sind, um eine bestimmte betriebliche Aufgabe zu bewältigen. Koreimann fokussiert hierbei die inhaltlichen Dimensionen die *erforderlich* sind [20]. Berthel definiert den Informationsbedarf ähnlich wie Koreimann, merkt jedoch an, dass der Informationsbedarf so noch nicht vollständig beschrieben sei [5]. Hierzu bedarf es einer weiteren Konkretisierung in Bezug auf die *Eigenschaften* einer Information, die diese in einem bestimmten Bedarfsfall haben muss. Unter Eigenschaften versteht er Qualitätskategorien, die als Anforderungen an den Informationsbedarf zu präzisieren sind [5]. Auch Horváth fordert neben den Informationsinhalten die Konkretisierung der relevanten Merkmale hin-

sichtlich des Informationsbedarfs. Die wichtigsten Merkmale nach Horváth sind z.B. neben der Häufigkeit, Darstellungsform, Genauigkeit oder Bedeutung, der Verdichtungsgrad und die Aktualität [15]. Ähnliche Definitionen sind bei Szyperski [32] oder Küpper [23] zu finden sowie bei Picot, der eine nachfrageorientierte Gestaltung des Informationsangebots fordert, indem die Informationen in qualitativer, quantitativer, zeitlicher und räumlicher Hinsicht angepasst werden sollen [26]. Dieser Beitrag folgt diesem Ansatz. Im Folgenden werden die genannten Dimensionen in Anlehnung an Wang/Strong als *Informationsqualität* bezeichnet [30, 34]. Hierbei findet eine Fokussierung auf diejenigen Dimensionen der Informationsqualität statt, die je nach Aufgabenträger und Aufgabe (Bedarfsfall) variieren. Konstante Dimensionen wie z.B. die Sicherheit oder Glaubwürdigkeit der Daten, werden im Folgenden nicht näher betrachtet.

Unter dem *Informationsangebot* wird im Rahmen dieser Arbeit die Summe aller Informationen verstanden, die dem Entscheidungsträger zugänglich sind [2, 5, 20].

In der Literatur werden zahlreiche *Methoden zur Erhebung* des Informationsbedarfs vorgestellt [15, 20, 21, 23]. Auf eine detaillierte Darstellung soll an dieser Stelle verzichtet werden. In diesem Zusammenhang soll nur die Aufgabenanalyse und die Befragung erwähnt werden [15], die in dieser Forschungsarbeit Anwendung gefunden haben. Picot beschreibt, dass der Informationsbedarf aus zwei Sichten untersucht werden kann. Zum einen aus Sicht der zu erfüllenden Aufgabe und zum anderen aus Sicht des individuellen Aufgabenträgers [26]. Innerhalb der Aufgabenanalyse wird der Informationsbedarf durch Analyse der Informationsverarbeitungs- und Entscheidungsprozesse identifiziert (Sicht der Aufgabe) [15, 22]. Die Befragung kann in Form von Interviews oder Fragebögen erfolgen [15], wobei in dem vorliegenden Beitrag letztere Form angewendet wurde, um eine höhere Anzahl an Informationsanwendern zu erreichen (Sicht des Aufgabenträgers).

Neben der theoretischen Fundierung der Thematik existieren empirische Arbeiten im Bereich des Informationsbedarfs im Kontext des Customer Relationship Managements [24], des Controlling und Rechnungswesens [27], der Integrationstechnologien und Anwendungsarchitekturen [17] sowie der Anwendung von Ontologien für eine aufgaben- und rollenbasierte Informationsversorgung [33]. Arbeiten, die den Informationsbedarf in der Produktion beleuchten und konkretisieren, stellen derzeit eine Forschungslücke dar.

## 2.2 Informationelle Grundlagen der Produktion

Unter Produktion wird im Folgenden der vom Menschen bewirkte Prozess der Erstellung von Gütern verstanden. Dies beinhaltet die eigentliche Fertigung (oder Produktion i.e.S.), d.h. die Anwendung von Fertigungsverfahren sowie das Produktionsmanagement, das die Planung, Steuerung und Kontrolle der Produktionsprozesse beinhaltet. Aufgabenträger, Aufgaben sowie die Zuordnung von Aufgaben zu Aufgabenträgern sind in der Literatur nicht einheitlich definiert und auch in der Praxis in vielfältigen Ausprägungen vorzufinden. In diesem Beitrag wurden in einer breit angelegten Literaturanalyse Aufgaben sowie Aufgabenträger im Kontext der Produktion identifiziert. Einen Überblick hierzu gibt die nachfolgende Abbildung.



Abbildung 1. Ergebnisse der Literaturanalyse in Bezug auf Aufgaben und Aufgabenträger.<sup>1</sup>

In der Literatur weit verbreitet ist der Ansatz der Trennung in einen operativen und einen strategischen Bereich (als Synonyme für den strategischen Bereich werden vielfach die Begriffe analytischer Bereich bzw. dispositiver Bereich verwendet) [17, 25, 37]. Thematisiert wird hier die aufbauorganisatorische Zuordnung oder die Einteilung der IT-Systeme im Unternehmen. Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten fokussieren einen dieser beiden Bereiche. So sind im strategischen bzw. dispositiven Bereich Arbeiten zu den Themen Management-Informationssysteme, Business Intelligence und ähnliches weit verbreitet und fortgeschritten. Den operativen Bereich der Produktion fokussieren hauptsächlich Arbeiten aus dem ingenieurwissenschaftlichen Umfeld. Kletti unterscheidet in diesem Zusammenhang beispielsweise die Automationsebene, das Fertigungs- und das Unternehmensmanagement. Die Pyramide dient vornehmlich dazu, die in der Fertigung typischerweise eingesetzten IT-Systeme einzuordnen [19]. Darüber hinaus unterscheidet z.B. Wöhe in der Organisationspyramide nach der zeitlichen Ebene der Planung, gegliedert in operativ, taktisch und strategisch [37].

Die im Rahmen der Aufgabenanalyse identifizierten Aufgaben lassen sich vielfach jedoch nicht eindeutig in strategische und operative Aufgaben kategorisieren. Häufig bestehen Aufgaben aus Teilaufgaben, die für sich zuordenbar sind, eine Gesamtzuordnung jedoch nicht zulassen. Beispielsweise lässt sich die Bedarfsplanung an sich nicht überschneidungsfrei zuordnen. Diese besteht aus den Teilaufgaben der Entscheidungsvorbereitung und dem Treffen einer Entscheidung. Hierbei kann die Entscheidungsvorbereitung als rein operativ angesehen werden. Die Entscheidung an sich hat jedoch auch Auswirkungen auf strategischer

<sup>1</sup> Quellen: Aufgabenträger: [4, 6, 8, 11, 13, 18, 31], Aufgaben: [6, 12, 13, 18, 19, 31, 35-39]

Ebene. Folglich ist die Definition weiterer Aufgabentypen für den Produktionsbereich von Nöten. Zu der reinen Trennung nach operativen und strategischen Aufgaben werden Zwischenformen hinzugefügt. So werden im weiteren Verlauf der Arbeit Aufgaben mit strategischen Auswirkungen und Aufgaben mit operativen Auswirkungen unterschieden, die den strategischen bzw. operativen Anteil einer Aufgabe verdeutlichen sollen, wobei der Grad der jeweiligen Auswirkungen variiert. Strategisch und operativ fokussieren hier *nicht* die zeitliche Dimension wie z.B. bei Wöhe oder Horváth, sondern betrachten beispielsweise in Anlehnung an Hungenberg die Auswirkungen auf die Marktposition und Ressourcenbasis eines Unternehmens [16].

Die Zwischenformen werden wie folgt definiert: Unter *operativen Aufgaben mit strategischer Auswirkung* versteht man solche, die im eher operativen Umfeld zu fallen sind und sich auf die Marktposition und Ressourcenbasis eines Unternehmens auswirken und somit Einfluss auf die Erfolgspotentiale eines solchen haben. Sie können so auf die Unternehmensentwicklung und damit (auch) nachhaltig auf die Wettbewerbsposition des Unternehmens einwirken [16]. In dieser Definition spielt demnach die zeitliche Dimension (langfristig, kurzfristig) keine Rolle, sondern lediglich der Einfluss auf die Marktposition und Ressourcenbasis. Entscheidungen dieses Aufgabentyps sind nicht automatisierbar und können auf unstrukturierten Informationen, wie z.B. Technologie-Reports, beruhen.

*Strategische Aufgaben mit operativer Auswirkung* sind in diesem Zusammenhang solche, die im strategischen Kontext getroffen werden, sich jedoch durch einen hohen Wiederholungsgrad, strukturierte Informationen und der Möglichkeit zur Automatisierung charakterisieren lassen. Diese haben vielfach auch direkte Auswirkungen auf das operative Tagesgeschäft.

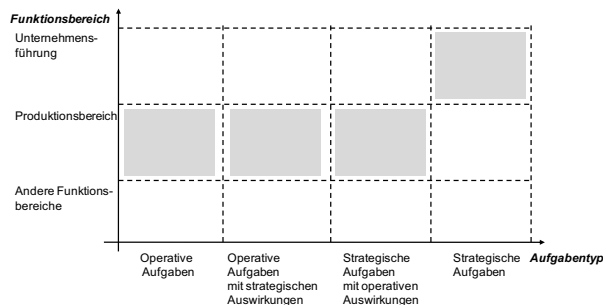


Abbildung 2. Klassifizierung der Aufgaben.

Um das zuvor beschriebene Ziel der Arbeit, der Entwicklung eines generischen Schichtenmodells zur Klassifizierung der Aufgabenträger anhand ihres Informationsbedarfs, erreichen zu können, sind basierend auf den beschriebenen Grundlagen geeignete Klassifizierungsmerkmale zu definieren. Abbildung 2 verdeutlicht in einer Matrix die Klassifizierungsmerkmale und die im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Gruppen.

Aufgaben, die andere Funktionsbereiche (z.B. Einkauf, Vertrieb) betreffen, werden in diesem Beitrag ausgeklammert. Gleiches gilt für die Aufgabentypen mit operativen Aufgabenanteilen der Unternehmensführung, da diese nicht häufig anzutreffen sind und gegebenenfalls vom Produktionsmanagement vorbereitet werden. Gleiches gilt auch für rein strategische Aufgaben des Produktionsbereichs. Diese werden zumeist in Abstimmung mit der Unternehmensführung getroffen. Anhand der Klassifikationsmerkmale

lassen sich somit vier Arten von Aufgabenträgern ableiten (grau markiert), die im Folgenden Grundlage der Untersuchung sind.

### 3. FORSCHUNGSMODELL UND METHODISCHES VORGEHEN

Der Erkenntnisgegenstand der vorliegenden Forschung ist der Einsatz von Informationssystemen in industriellen Unternehmen. Das Erkenntnisziel ist die Ableitung von normativen, praktisch verwertbaren Ziel-Mittel-Aussagen zur Gestaltung und zum Einsatz von Informationssystemen im Produktionsumfeld in industriellen Unternehmen. Damit kann die Forschung der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik zugeordnet werden. Die Untersuchung ist als Exploration konzipiert. Der quantitative Ansatz wurde einem qualitativen Ansatz vorgezogen, um eine großzahlige Anzahl an Informationsanwendern zu erreichen, was bezogen auf den Untersuchungsgegenstand sinnvoll ist. Der Forschungsaufbau entspricht daher dem gestaltungsorientierten Erkenntnisprozess mit den Phasen Analyse und Entwurf. Die anschließenden Phasen der Evaluation und Diffusion erfolgen durch die Begutachtung sowie die Veröffentlichung und Präsentation der Erkenntnisse [9, 14, 28].

Die Relevanz des Forschungsthemas ergibt sich aus den Erkenntnissen von Vorarbeiten, die Forschungslücken im Bereich der Informationsversorgung im Produktionsbereich industrieller Unternehmen identifiziert haben. Zu den untersuchten Aspekten der Informationsversorgung liegen bisher wenige Forschungsarbeiten vor. Die Exploration des Forschungsgegenstands ist daher mit Hilfe einer quantitativen Untersuchung (Online-Befragung) erfolgt.

Die Teilnehmer der Studie wurden in einem nicht zufallsgesteuerten Auswahlverfahren von Ende 2009 bis Anfang 2010 bestimmt. Hierbei sind 873 Fachexperten aus der Produktion und angrenzenden Bereichen der Einladung zur Online-Befragung gefolgt und haben die Einstiegsseite besucht. 329 Probanden haben die Umfrage bis zur letzten Seite bearbeitet. Dies ergibt eine Rücklaufquote [1, 3, 7, 26] von 37,7%. Die Branchenverteilung entspricht in etwa der des Statistischen Bundesamts [29]. Keine Branche ist in der vorliegenden Studie dominierend.

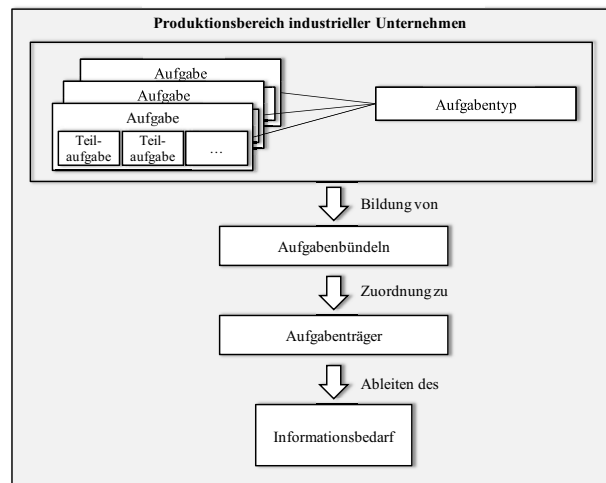


Abbildung 3. Konzept zur Ableitung des Informationsbedarfs.

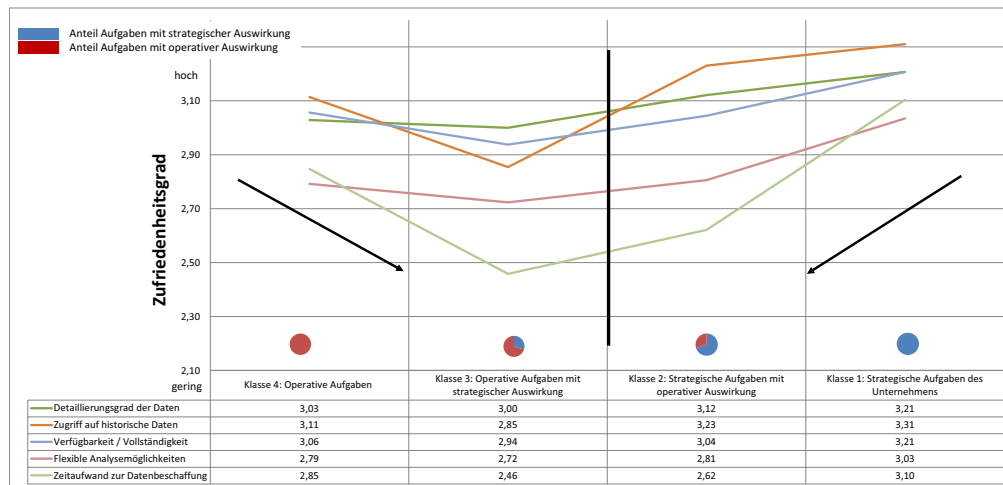


Abbildung 4. Zufriedenheit mit den Dimensionen der Informationsqualität (Gruppe 1).

Abbildung 3 verdeutlicht die Vorgehensweise des vorliegenden Beitrags. Die Aufgaben aus dem Produktionsbereich lassen sich in Teilaufgaben gliedern [17]. Diese werden in einem nächsten Schritt einem der vier genannten Aufgabentypen zugeordnet. Darauf aufbauend werden auf Basis der Literaturanalyse und der empirischen Erkenntnisse Aufgabenbündel gebildet. Diese lassen sich Aufgabenträgern zuordnen. Abschließend kann der Informationsbedarf von Aufgabenträgern abgeleitet werden.

Der Aufbau dieses Beitrags folgt diesem Konzept. Die Informationsversorgung zu den in den Grundlagen genannten Aufgaben ist Inhalt von Kapitel 4. Hierzu wird zunächst der Stand in Bezug auf die Informationsqualität und das Informationsangebot zur Erfüllung der Aufgabenbündel untersucht. Danach erfolgt eine Zuordnung der Aufgabenbündel zu den Aufgabenträgern auf Basis der empirischen Befunde in der Praxis (Kapitel 5). Daraus wird in einem letzten Schritt ein Konzept für eine aufgabenträgerbezogene Informationsversorgung im Produktionskontext abgeleitet.

## 4. EMPIRISCHE ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die empirischen Ergebnisse der quantitativen Untersuchung vorgestellt.

Basierend auf den in Abschnitt 2.2 dargestellten Klassifikationsmerkmalen lassen sich die folgenden vier Aufgabenklassen unterscheiden:

- Klasse der strategischen Aufgaben des Unternehmens (Klasse 1)
- Klasse der strategischen Aufgaben mit operativen Auswirkungen in der Produktion (Klasse 2)
- Klasse der operativen Aufgaben mit strategischen Auswirkungen in der Produktion (Klasse 3)
- Klasse der operativen Aufgaben in der Produktion (Klasse 4)

Die vorgestellten Aufgabenklassen sind Ausgangspunkt der nachfolgenden Analyse der empirischen Untersuchung.

### 4.1 Untersuchung der Informationsqualität

Basierend auf den vier Klassen der Aufgaben (unabhängige Variable) wurde in einem Mittelwertvergleich die Zufriedenheit der Klassen mit den Dimensionen der Informationsqualität (abhängige Variable) untersucht. Die Zufriedenheit wurde hierbei auf einer Ordinalskala von 1 bis 5 (1 sehr unzufrieden bis 5 sehr zufrieden) erhoben ( $n = 379$ )<sup>2</sup>. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 4-6 dargestellt.

Die Kurvenverläufe der Zufriedenheit in Bezug auf die Dimensionen der Informationsqualität lassen sich in drei Gruppen unterteilen. Über alle Dimensionen ist ein abweichender Kurvenverlauf für die Aufgabentypen der Zwischenformen (Klasse 2 und 3) zu verzeichnen. Um den abweichenden Kurvenverlauf zu verdeutlichen wurde eine Trennlinie zwischen den eher operativen und eher strategischen Aufgaben eingefügt.

- *Erste Gruppe:* Flexible Analysemöglichkeiten, Zeitaufwand der Datenbeschaffung, Zugriff auf historische Daten, Detaillierungsgrad der Daten und Verfügbarkeit/Vollständigkeit der Informationen (Abbildung 4). In diesen Dimensionen der Informationsqualität ist ersichtlich, dass für die Zwischenform von strategischen und operativen Aufgaben (Klasse 2 und 3) die Zufriedenheit abnimmt. Besonders deutlich wird dies für operative Aufgaben, die einen strategischen Anteil (Klasse 3) aufweisen. Dies ist vor allem dadurch zu erklären, dass im strategischen Bereich vorwiegend dispositive Systeme zur Verfügung stehen, die diese Dimensionen der Informationsqualität begünstigen. Im operativen Umfeld sind zur Erfüllung der Aufgaben operative Systeme im Einsatz. Die Aufgabenträger, die jedoch zusätzlich Aufgaben mit strategischen Auswirkungen (Klasse

<sup>2</sup>  $n$  schwankt zwischen 366 und 379 in den einzelnen Dimensionen, da die Teilnehmer der Studie die Möglichkeit hatten „Keine Antwort“ je Dimension zu wählen. Das  $n$  ist größer als  $N$ , da diese Frage auch Teilnehmer beantwortet haben, die die Umfrage nicht bis zur letzten Seite bearbeitet haben.

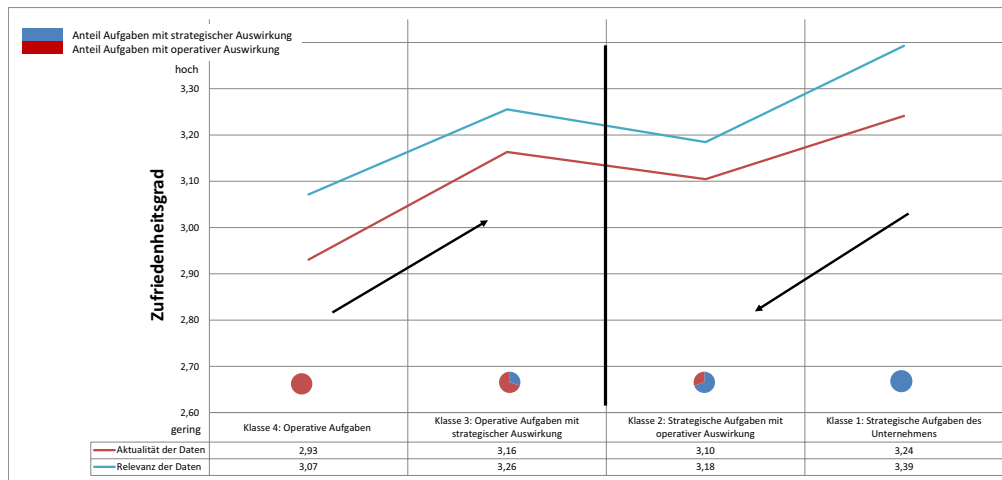


Abbildung 5. Zufriedenheit mit den Dimensionen der Informationsqualität (Gruppe 2).

- se 3) zu bewältigen haben, werden nicht von den dispositiven Systemen versorgt.
- *Zweite Gruppe:* Aktualität und Relevanz der Daten (Abbildung 5). Diese Dimensionen weisen für operative Aufgaben mit strategischen Auswirkungen (Klasse 3) eine höhere Zufriedenheit auf als für rein operative Aufgaben (Klasse 4). Dies gilt jedoch nicht für den strategischen Bereich. Hier sind diejenigen Aufgabenträger, die strategische Aufgaben mit operativen Auswirkungen (Klasse 2) ausführen unzufriedener als die Gruppe der strategischen Aufgaben (Klasse 1). Ein möglicher Grund hierfür könnte im operativen Umfeld sein, dass operative Systeme aufgrund etwaiger technischer Restriktionen nicht in der Lage sind beispielsweise Prozessdaten in Echtzeit zu analysieren. In Bezug auf die Aufgabenträger mit tendenziell mehr strategischen Aufgaben ist die Zeitnähe jedoch ausreichend. Im strategischen Bereich sind die Aufgabenträger der strategischen Aufgaben durch die Versorgung mittels dispositiver Systeme befriedigt, jedoch ist dies für die Zwischenform

der operativen Auswirkungen nicht ausreichend.

- *Dritte Gruppe:* Qualität (Richtigkeit) der Daten: Hierbei ist zu verzeichnen, dass die Aufgabenträger mit den operativen Aufgaben mit strategischen Auswirkungen (Klasse 3) zufriedener in Bezug auf die Richtigkeit der Daten sind als die Aufgabenträger der rein operativen Aufgaben (Klasse 4) (vgl. Abbildung 6). Gleiches gilt für den strategischen Bereich. Hier ist die Gruppe der rein strategischen Aufgaben (Klasse 1) unzufriedener als deren Mischform (Klasse 2). Dies könnte für den strategischen Bereich mit der vorhergegangenen Integration der Systeme erklärt werden. Bei strategischen Aufgaben des Unternehmens werden fehlerhafte Daten sichtbar, die über verschiedene Unternehmensbereiche integriert wurden. Im operativen Bereich könnte dies mit dem Zeitpunkt der Anwendung erklärbar sein. Informationen gelten als fehlerfrei, wenn diese zum Zeitpunkt der Anwendung der Realobjekten entsprechen. Eng verknüpft ist dies mit der Aktualität [17].

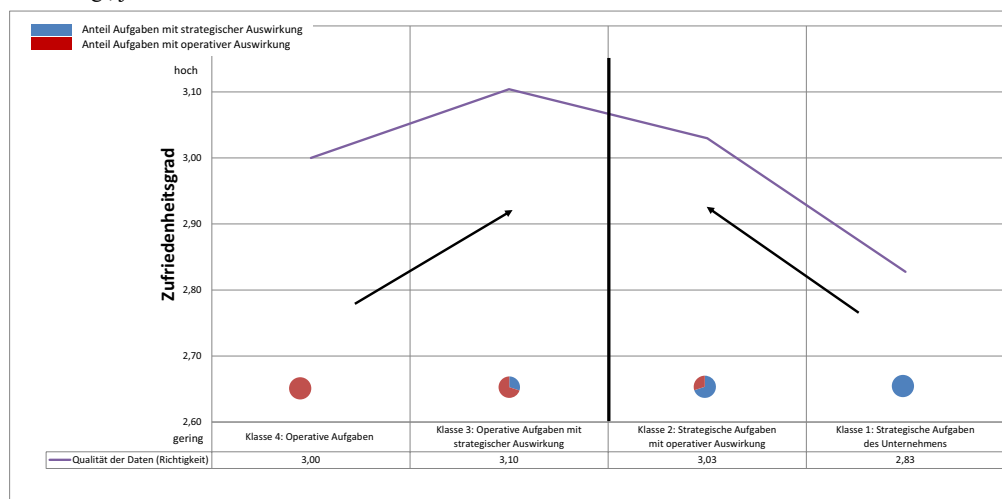


Abbildung 6. Zufriedenheit mit den Dimensionen der Informationsqualität (Gruppe 3).

Als zentrale Ergebnisse können hier festgehalten werden:

*E1: Im Produktionsbereich lassen sich vier Klassen von Aufgabenträgern abgrenzen, die sich aufgrund des Informationsangebots unterscheiden.*

*E2: Alle Dimensionen der Informationsqualität unterscheiden sich hinsichtlich der Aufgabentypenklassen. Die Zwischenformen der strategischen und operativen Aufgaben (Klasse 2 und 3) müssen zwangsläufig gesondert betrachtet werden.*

In einem weiteren Analyseschritt wurde die IT-Systemlandschaft hierzu in Bezug gebracht. Ein zentrales Ergebnis ist, dass die mangelnde Informationsqualität nicht auf eine bestimmte Kombination oder einen Mangel an bestimmten IT-Systemen zurückzuführen ist. Weder Unternehmen, die viele IT-Systeme im Einsatz haben, noch Unternehmen, die eine geringere Anzahl an IT-Systemen einsetzen, unterscheiden sich maßgeblich in der Zufriedenheit der Informationsversorgung. Dies ist als ein Hinweis darauf zu deuten, dass eine vorhergehende aufgabenorientierte Informationsbedarfsanalyse nicht stattgefunden hat und es einen Bedarf an einem differenzierten Informationsversorgungskonzept gibt. Dies führt zu einem weiteren zentralen Ergebnis:

*E3: Unternehmen setzen IT-Systeme in unterschiedlichsten Kombinationsformen ein. Ein Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit mit der Informationsqualität und Kombinationsformen von eingesetzten IT-Systemen kann nicht ermittelt werden.*

## 4.2 Untersuchung des Informationsangebots

Weiterhin wurde das Informationsangebot nach der Beschaffenheit der Informationen (Art und Menge) untersucht. Hierbei wurde erhoben, welche Informationen bzw. Kennzahlen, die aus der Literatur als relevant erachtet werden, z.B. [10], zur Lösung der Aufgaben im Produktionsbereich im Unternehmen verfügbar sind, unabhängig von den Dimensionen der Informationsqualität und den einzelnen Klassen der Aufgabentypen. Als erstes Ergebnis in Bezug auf das Informationsangebot kann festgehalten werden:

*E4: Nahezu alle Kennzahlen bzw. Informationen werden in Industriebetrieben erfasst.*

Weiterhin wurde erhoben, ob diese in Unternehmen verfügbaren Informationen den Aufgabenträgern zur Lösung ihrer Aufgabentypen zur Verfügung stehen bzw. ob diese für die Aufgabenträger analysiert werden. Die Ergebnisse sind nach der Zufriedenheit der Aufgabenträger in der Dimension Relevanz der Daten je Klasse in eine unzufriedene Gruppe (Relevanz der Daten = 1 oder 2) und eine zufriedene Gruppe (Relevanz der Daten = 4 oder 5) unterteilt. Hieraus ergibt sich eine Matrix mit 25 Kennzahlen bzw. Informationen und sechs Gruppen<sup>3</sup>. Im Folgenden werden die Ergebnisse für die 15 Kennzahlen bzw. Informationen dargestellt, bei denen sich Unterschiede in der Verfügbarkeit gezeigt haben.

### 4.2.1 Operative Aufgaben

Abbildung 7 verdeutlicht die Verteilung der nicht vorhandenen Informationen bei den Aufgabenträgern mit operativen Aufgaben (Klasse 4). Die gefüllte Fläche verdeutlicht die Verteilung für die

unzufriedene Gruppe und die umrandete Fläche zeigt die zufriedene Gruppe. Augenscheinlich ist, dass den Aufgabenträgern der operativen Aufgaben nahezu alle Informationen zur Verfügung stehen. Bei denen, die nicht zur Verfügung stehen, ergeben sich genau hier Abweichungen in Bezug auf die zufriedene und unzufriedene Gruppe. So stehen der unzufriedenen Gruppe Messwertverteilungen zu 61,5% nicht zur Verfügung, der zufriedenen Gruppe jedoch nur zu 33,3%. Gleiches gilt in ähnlichem Maße für die Rüstinformationen. Bei den Kundenreklamationen und innerbetrieblichen Transportdaten ergibt sich der gegenteilige Fall. Hier geben die Aufgabenträger der zufriedenen Gruppe mit ca. 10% mehr an, die betreffenden Informationen nicht zu haben.

An dieser Stelle soll festgehalten werden, dass obwohl nahezu alle operativen Informationen im Unternehmen erfasst werden, diese teilweise den Aufgabenträgern der operativen Aufgaben nicht zur Verfügung gestellt bzw. für deren Bedarfe analysiert werden.

*E5: Innerhalb der operativen Aufgaben sind Abweichungen in Bezug auf die Verfügbarkeit von eher operativen Informationen bzw. Kennzahlen vorhanden.*

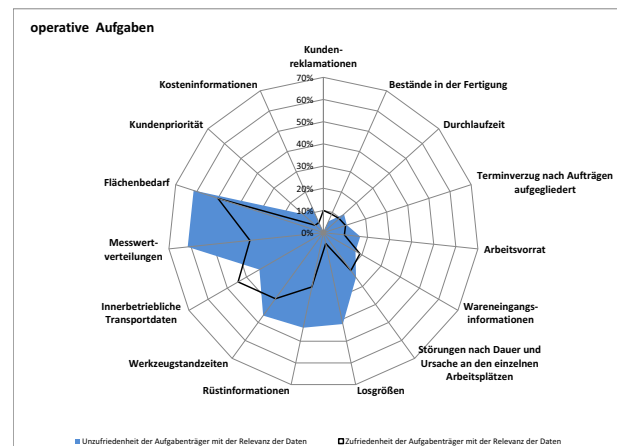


Abbildung 7. Informationsverfügbarkeit der Aufgabenträger der operativen Aufgaben (n = 87)<sup>4</sup>.

### 4.2.2 Operative Aufgaben mit strategischen Auswirkungen

Innerhalb der Klasse der operativen Aufgaben mit strategischen Auswirkungen (Klasse 3) ergeben sich in Bezug auf die zuvor definierten Gruppen (zufrieden/unzufrieden) in nahezu allen Informationen bzw. Kennzahlen Abweichungen (vgl. Abbildung 8). Dies spiegelt die bereits erwähnten Zufriedenheitswerte mit den Dimensionen der Informationsqualität wider. Die höchsten Abweichungen ergeben sich bezüglich der Information Kundenpriorität (25,5%) und den Werkzeugstandzeiten (28,2%). Die Kundenpriorität ist dem strategischen Teil der Aufgaben zuzuordnen und beispielsweise bei Aufgaben wie der Auftragseinplanung bei begrenzten Ressourcen notwendig, die eine Auswirkung auf die Kundenzufriedenheit hat. Geringere Abweichungen ergeben sich

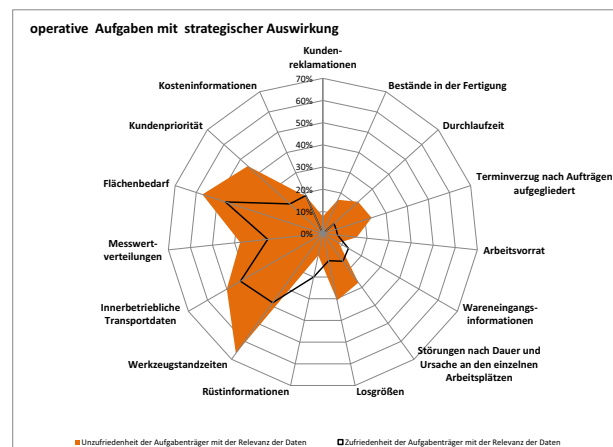
<sup>3</sup> Die Klasse der strategischen Aufgaben (Klasse 1) wurde hierbei aus der Betrachtung ausgeklammert, da diese Gruppe wie oben beschrieben in allen Dimensionen am zufriedensten ist.

<sup>4</sup> n entspricht durch den Filter der Aufgabentypen einer Teilmenge von N. Die Summe aller n der Aufgabentypen ergibt 225. Die restlichen Fälle waren nicht eindeutig zuzuordnen. Dies gilt für die Abbildungen 4-6.



bei den Beständen in der Fertigung (16,7%), der Durchlaufzeit (14,7%) und dem Terminverzug (16,8%).

*E6: Innerhalb der operativen Aufgaben mit strategischen Auswirkungen (Klasse 3) sind Abweichungen in Bezug auf operative und strategische Informationen zu verzeichnen. Eine Vielzahl der operativen als auch strategischen Informationen steht dieser Aufgabenklasse nicht zur Verfügung.*



**Abbildung 8. Informationsverfügbarkeit der Aufgabenträger der operativen Aufgaben mit strategischer Auswirkung (n = 76).**

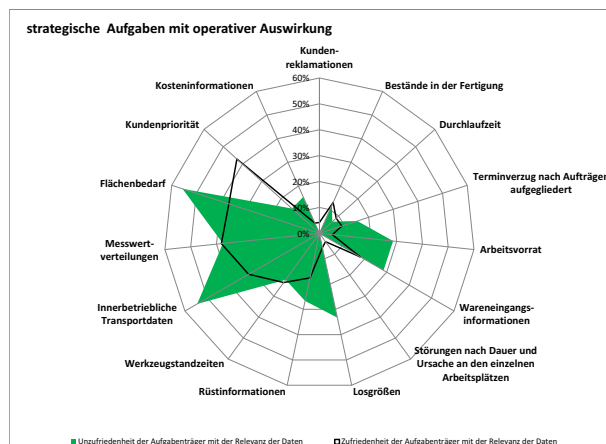
#### 4.2.3 Strategische Aufgaben mit operativen Auswirkungen

Werden in dieser Klasse (Klasse 2) die Abweichungen bezüglich der Verfügbarkeit von Informationen untersucht, so sind zunächst vier deutliche Abweichungen zu erkennen (vgl. Abbildung 9): Kundenpriorität (28,6%), innerbetriebliche Transportdaten (22,9%), Losgrößen (27,7%) und Arbeitsvorrat (23,6%). Bei der Kundenpriorität ist festzuhalten, dass die Abweichung entgegengesetzt zu den anderen zu deuten ist. So steht diese der zufriedenen Gruppe mit 42,9% nicht zur Verfügung und bei der unzufriedenen lediglich mit 14,3%. Innerbetriebliche Transportdaten, Losgrößen und Arbeitsvorrat sind als operative Kennzahlen zu deuten und stehen der zufriedenen Gruppe in höherem Maß zur Verfügung.

*E7: Innerhalb der strategischen Aufgaben mit operativen Auswirkungen werden der zufriedenen Gruppe mehr operative Informationen zur Verfügung gestellt als der unzufriedenen Gruppe.*

Die Analyse der zufriedenen und unzufriedenen Gruppe in Bezug auf die Relevanz der Daten verdeutlicht die Unterschiede im Informationsangebot der Aufgabentypenklassen. So können die Anforderungen an die Informationsversorgung wie folgt festgehalten werden:

- In der Klasse 4 der operativen Aufgaben müssen mehr operative Informationen zur Verfügung gestellt werden.
- In der Klasse 3 der operativen Aufgaben mit strategischen Auswirkungen müssen operative und strategische Informationen zur Verfügung gestellt werden.
- In der Klasse 2 der strategischen Aufgaben mit operativen Auswirkungen müssen vermehrt operative Informationen zur Verfügung gestellt werden.



**Abbildung 9. Informationsverfügbarkeit der Aufgabenträger der strategischen Aufgaben mit operativer Auswirkung (n = 62).**

## 5. ENTWICKLUNG DES INFORMATIONELLEN SCHICHTENMODELLS DER PRODUKTION

Basierend auf den Ergebnissen der empirischen Untersuchung und der Aufgaben- und Aufgabenträgeranalyse wird im Folgenden das informationelle Schichtenmodell der Produktion abgeleitet. Dies ist notwendig als Voraussetzung zur Entwicklung eines generischen Konzepts zur Informationsbedarfsanalyse in der Produktion.

### 5.1 Zuordnung der Aufgaben zu den Aufgabentypenklassen

Im obigen Abschnitt 2.2 wurden die in der Aufgabenanalyse identifizierten Aufgaben in Abbildung 1 dargestellt. In einem nächsten Schritt werden diese zu den in der empirischen Studie bestätigten Aufgabentypenklassen (Klasse 1-4) zugeordnet. Abbildung 10 verdeutlicht den Zusammenhang.

Kursiv dargestellt sind diejenigen Aufgaben, die der Entscheidungsvorbereitung dienen. Die Verbindungen zwischen den Aufgaben stellen den Zusammenhang der Teilaufgaben dar. So wird beispielsweise die Materialbedarfsplanung der Klasse 2 der strategischen Aufgaben mit operativen Auswirkungen zugeordnet. Das Erstellen der Stückliste hat direkte operative Auswirkungen auf die einzusetzenden Fertigungsverfahren und ist als strategische Aufgabe einzustufen, da diese die Ressourcenbasis des Unternehmens beeinflusst, beispielsweise durch die Anschaffung neuer Kapazitäten. Die Entscheidungsvorbereitung dieser Aufgabe obliegt der Klasse 4 (operative Aufgaben). Dick umrandet sind die Aufgaben, die täglich zu lösen sind. Die vier Quadranten der Abbildung 10 verdeutlichen die Aufgabenbündel je Aufgabentypenklasse. Diese Aufgabenbündel werden von Aufgabenträgern inne gehalten, die im nächsten Abschnitt zu den Aufgabentypenklassen zugeordnet werden.

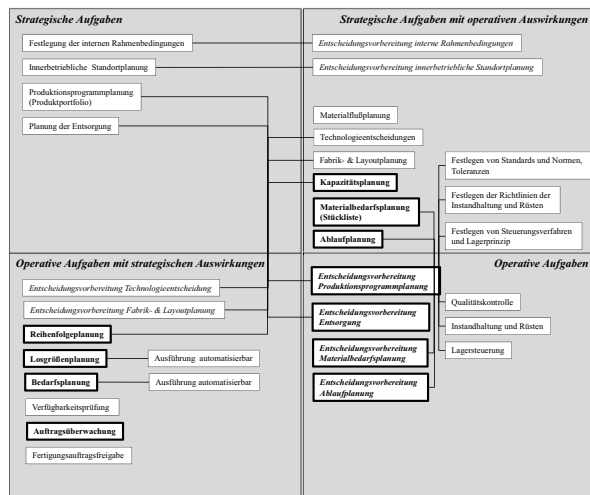


Abbildung 10. Zuordnung der Aufgaben zu den Aufgabentypenklassen.

## 5.2 Generierung der informationellen Schichten

Abbildung 1 benennt die in der Literaturanalyse identifizierten Aufgabenträger. Diese werden im Folgenden gruppiert und den Aufgabentypenklassen zugeordnet. Gemäß den Aufgabentypen werden vier Schichten gebildet, die im Nachfolgenden detailliert werden.

### – Schicht der Unternehmensführung

Der Schicht der Unternehmensführung werden die *strategischen Aufgaben (Klasse 1)* zugeordnet. Aufgabenträgerbezeichnungen wie z.B. Gesellschafter oder Geschäftsführung werden dieser Schicht zugeordnet. Um eine einheitliche Bezeichnung zu gewährleisten werden die Aufgabenträger die-

ser Schicht mit *Unternehmensführung* bezeichnet.

### – Erste Schicht des Produktionsmanagement

In die erste Schicht des Produktionsmanagements wird der *Produktions- und Werksleiter* zugeordnet. Ein Produktionsleiter ist verantwortlich für einen Standort, wobei ein Unternehmen mehrere Standorte innehaben kann. Als Synonym wird der Fertigungsleiter definiert. Der Werksleiter ist verantwortlich für ein Werk. Auch hier kann ein Standort mehrere Werke haben. Dem Werksleiter synonym zugeordnet wird der Betriebsleiter. Produktionsleiter und Werksleiter können in einer Person zusammenfallen, falls ein Standort nur ein Werk hat. Dieser Schicht wird die Aufgabentypenklasse *strategische Aufgaben mit operativen Auswirkungen (Klasse 2)* zugeschrieben.

### – Zweite Schicht des Produktionsmanagement

Der zweiten Schicht werden die Bereiche in der Produktion zugeordnet. Bereiche können je nach Fertigungsprinzip z.B. Werkstätten oder Fertigungslinien sein. Dieser Schicht werden der Bereichsleiter, der Meister und der Teamleiter zugeordnet. In einem Werk gibt es in aller Regel mehrere Bereiche. In diese Schicht fallen die *operativen Aufgaben mit strategischen Auswirkungen (Klasse 3)*.

### – Ausführungsschicht

Die Aufgabenträger der Ausführungsschicht sind mit den operativen Aufgaben (Klasse 4) betraut. Hierunter fallen *Facharbeiter*, die auch beispielsweise die in der Literatur vorzufindenden synonymen Bezeichnungen Sachbearbeiter oder Hilfsarbeiter haben können. Facharbeiter sind aktiv am Fertigungsprozess beteiligt.

Ausgegraut sind die angrenzenden Funktionsbereiche dargestellt. Abbildung 11 verdeutlicht den Zusammenhang.

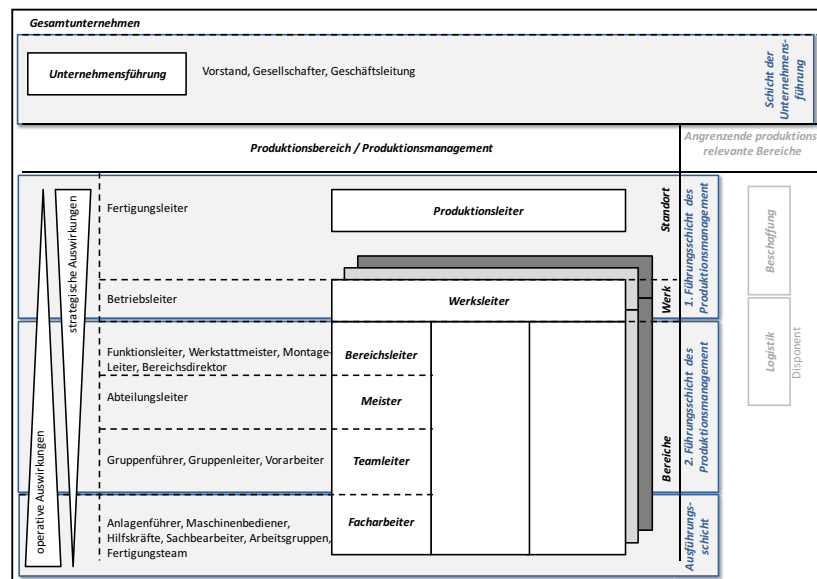


Abbildung 11. Informationelles Schichtenmodell.

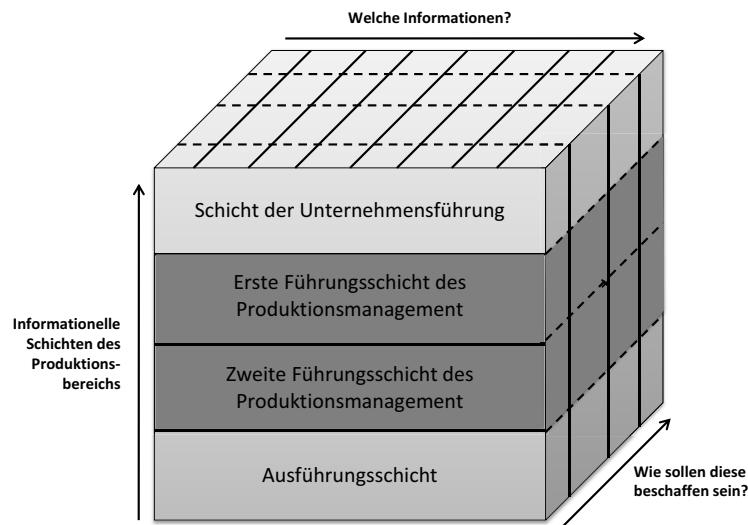


Abbildung 12. Informationelles Konzept zur Informationsbedarfsanalyse im Produktionsbereich.

### 5.3 Informationsbedarfsanalyse im Produktionsbereich

Basierend auf den entwickelten Aufgabentypenklassen und dem informationellen Schichtenmodell kann ein generisches Konzept für die Informationsbedarfsanalyse im Produktionsbereich abgeleitet werden. Wie die empirischen Ergebnisse gezeigt haben, besteht für die Aufgabentypenklassen in Bezug auf die Informationsqualität die Notwendigkeit, eine differenzierte Informationsanalyse durchzuführen. Innerhalb dieser muss ebenfalls definiert werden, welche Informationen und Kennzahlen den Aufgabenträgern zur Verfügung gestellt werden. Hierbei ist es durchaus möglich, dass eine Vielzahl der Informationen für alle informationellen Schichten bereitgestellt wird, die jedoch in eine adäquate Beschaffenheit (Dimensionen der Informationsqualität) überführt werden muss.

Abbildung 12 veranschaulicht das generische Konzept der Informationsbedarfsanalyse. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der ersten und zweiten Führungsschicht des Produktionsmanagements (dunkelgrau), die bei der Ausführung der Aufgaben, die operativen und strategischen Charakter aufweisen, bislang nicht zufriedenstellend mit adäquat aufbereiteten Informationen versorgt wurden.

## 6. FAZIT UND WEITERER FORSCHUNGSBEDARF

Die Aufgabenanalyse hat verdeutlicht, dass eine eindeutige Zuordnung von Aufgaben im Produktionsbereich in die Kategorien operativ und strategisch nicht sinnvoll ist. Hierbei wurde zwischen der eigentlichen Entscheidung und der Ausführung unterschieden. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung verdeutlichen ebenfalls eine notwendige Einführung weiterer Zwischenformen. Hier wurde deutlich, dass genau in diesen Zwischenformen der Informationsbedarf nicht ausreichend gedeckt ist.

Der vorliegende Beitrag hat gezeigt, dass im Bereich der Informationsbedarfsanalyse im Produktionsbereich noch erheblicher Forschungsbedarf besteht. Die empirischen Ergebnisse zeigen deutlich, dass eine aufgabenorientierte und differenzierte Infor-

ationsbedarfsanalyse bislang noch nicht stattgefunden hat. Die Digitalisierung der Produktion ist bis zum heutigen Zeitpunkt weit fortgeschritten und in den meisten Unternehmen werden die in der Literatur als relevant erachteten Kennzahlen bereits erfasst. Jedoch fehlt an dieser Stelle ein geeignetes Konzept, um eine adäquate Informationsversorgung abzuleiten. Das vorgestellte Konzept stellt ein Hilfsmittel für eine aufgabenträgerorientierte Informationsbedarfsanalyse dar. Diese wiederum ist Grundlage für ein wirksames Informationsmanagement, das einen entscheidenden Erfolgsfaktor in Industriebetrieben darstellt.

Der Beitrag stellt einen ersten Konzeptentwurf für eine um informationelle Schichten des Produktionskontextes erweiterte Informationsbedarfsanalyse dar. Obgleich die empirische Befragung über eine große Anzahl an Teilnehmern verfügt, kommt der Studie ein explorativer Charakter zu. Die abgeleiteten Erkenntnisse erheben damit keinen Anspruch auf Repräsentativität.

Da der Konzeptentwurf im Rahmen einer gestaltungsorientierten empirischen Forschung entstanden ist, bedarf er noch der Evaluation und Diffusion. Dies soll durch die Begutachtung und weitere Diskussion erfolgen.

## 7. LITERATUR

- [1] AAPOR. 2009. Standard Definitions - Final Dispositions of Case Codes and Outcome Rates for Surveys. AAPOR, 2009.
- [2] Ballensiefen, K. 2000. Informationsplanung im Rahmen der Konzeption von Executive Information Systems (EIS) theoretische Analyse, empirische Untersuchung und Entwicklung von Lösungsansätzen. Eul, Lohmar Köln.
- [3] Batinic, B. 2000. Internet für Psychologen. Hogrefe, Göttingen, Bern u.a.
- [4] Becker, F. 2006. Einführung in die Betriebswirtschaftslehre 34 Tab. Springer, Berlin, Heidelberg u.a.
- [5] Berthel, J. 1992. Informationsbedarf. In: Handwörterbuch der Organisation, Band 2, Frese, E. Ed. 872-886.
- [6] Bullinger, H.-J., Spath, D., Warnecke, H.-J. und Westkämper, E. 2009. Handbuch Unternehmensorganisation Strategien, Planung, Umsetzung. Springer, Berlin, Heidelberg.

- [7] Couper, M. P. and Miller, P. V. 2008. Web Survey Methods - Introduction Public Opinion Quarterly 72, 5, 831–835. DOI= <http://dx.doi.org/10.1093/poq/nfn066>
- [8] Dyckhoff, H. 2007. Produktionswirtschaft eine Einführung für Wirtschaftsingenieure; Springer, Berlin, Heidelberg [u.a.].
- [9] Frank, U. 2010. Zur methodischen Fundierung der Forschung in der Wirtschaftsinformatik. In: Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, Österle, H., Winter, R. and Brenner, W. Eds. St. Gallen,
- [10] Gienke, H. 2007. Ziele, Strategien und Aufgaben des Produktionscontrollings. In: Handbuch Produktion, Gienke, H. and Kämpf, R. Eds. München,
- [11] Gronau, N. 1994. Führungsinformationssysteme für das Management der Produktion.
- [12] Günther, H.-O. und Tempelmeier, H. 2005. Produktion und Logistik.
- [13] Hahn, D. und Laßmann, G. 1999. Produktionswirtschaft, Controlling industrieller Produktion, Bd.1/2.
- [14] Hess, T. 2010. Erkenntnisgegenstand der (gestaltungsorientierten) Wirtschaftsinformatik. In: Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, Österle, H., Winter, R. and Brenner, W. Eds. St. Gallen
- [15] Horváth, P. 2002 Controlling. Vahlen, München.
- [16] Hungenberg, H. 2004. Strategisches Management in Unternehmen Ziele - Prozesse - Verfahren. Gabler, Wiesbaden.
- [17] Jung, R. 2006. Architekturen zur Datenintegration - Gestaltungsempfehlungen auf der Basis fachkonzeptueller Anforderungen. Deutscher Universitäts-Verlag/GWV-Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden.
- [18] Kiener, S., Maier-Scheubeck, N., Obermaier, R. und Weiß, M. 2009. Produktions-Management Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung. Oldenbourg, München.
- [19] Kletti, J. 2006. MES - Manufacturing Execution System moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung. Springer, Berlin, Heidelberg [u.a.].
- [20] Koreimann, D. S. 1976. Methoden der Informationsbedarfsanalyse. De Gruyter, Berlin [u.a.].
- [21] Krcmar, H. 2009. Informationsmanagement. Springer, Heidelberg [u.a.].
- [22] Külpmann, B. 2005. Grundlagen Controlling Unternehmen erfolgreich steuern. Scriptor, Berlin.
- [23] Küpper, H.-U. 2001. Controlling: Konzeption, Aufgaben und Instrumente. Stuttgart.
- [24] Link, J. 2001. Customer Relationship Management erfolgreiche Kundenbeziehungen durch integrierte Informationssysteme; mit 9 Tab. Springer, Berlin, Heidelberg [u.a.].
- [25] Mertens, P. 2005. Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. Springer Berlin, Berlin.
- [26] Picot, A. und Franck, E. 1988. Die Planung der Unternehmensressource Information (II). WISU - Das Wirtschaftsstudium 17, 11, 608-614.
- [27] Schmitz, H. 2002. Prozesse, Entscheidungsinhalte und Informationsbedarf - Eine Analyse der Ableitungszusammenhänge. In: Aktuelle Aspekte des Controllings - Festschrift für Hans-Jörg Hoitsch, Lingnau, V. und Schmitz, H. Eds. 181-198.
- [28] Sinz, E. J. 2010. Konstruktionsforschung in der Wirtschaftsinformatik: Was sind die Erkenntniszieledestaltungsorientierter Wirtschaftsinformatik-Forschung? In: Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, Österle, H., Winter, R. und Brenner, W. Eds. St. Gallen 2010.
- [29] Statistisches Bundesamt. 2008. Klassifikation der Wirtschaftszweige.
- [30] Strong, D. M., Lee, Y. W. und Wang, R. Y. 1997. Data Quality in context. COMMUNICATIONS OF THE ACM 40, 5, 103-110. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/253769.253804>
- [31] Syska, A. 2006 Produktionsmanagement das A - Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute. Gabler, Wiesbaden.
- [32] Szyperski, N. 1980. Informationsbedarf. In: Handwörterbuch der Organisation (Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre Grochla, E. Ed. Poeschel. Stuttgart, 904-014.
- [33] van Hoof, A., Fillies, C. und Härtwig, J. 2003. Aufgaben- und rollengerechte Informationsversorgung durch vorgebaute Informationsräume. Klaus-Peter Fährnich, Heinrich Herre, Leipzig, 2003.
- [34] Wang, R. Y. and Strong, D. M. 1996. Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers. Journal of Management Information Systems 12, 4, 5-34.
- [35] Wannenwetsch, H. 2007. Integrierte Materialwirtschaft und Logistik Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion; mit 158 Tabellen und zahlreichen Fallbeispielen. Springer, Berlin, Heidelberg [u.a.].
- [36] Wildemann, H. 2005. Logistik Prozeßmanagement [Organisation und Methoden]. TCW Transfer-Centrum-Verl., München.
- [37] Wöhe, G. und Döring, U. 2008. Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. München.
- [38] Zäpfel, G. 1989. Taktisches Produktions-Management. De Gruyter, Berlin [u.a.].
- [39] Zäpfel, G. 2001. Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagement. München und Wien.

# Understanding the Cloud Computing Ecosystem: Results from a Quantitative Content Analysis

Benedikt Martens  
University of Osnabrueck  
Accounting and  
Information Systems  
Katharinenstr. 1  
49069 Osnabrueck  
+49 541 969 4524

benedikt.martens@uni-  
osnabrueck.de

Jens Poeppelbuss  
University of Muenster  
European Research Center for  
Information Systems (ERCIS)  
Leonardo-Campus 3  
48149 Muenster  
+49 251 83 38069

jens.poeppelbuss@ercis.uni-  
muenster.de

Frank Teuteberg  
University of Osnabrueck  
Accounting and  
Information Systems  
Katharinenstr. 1  
49069 Osnabrueck  
+49 541 969 4961

frank.teuteberg@uni-  
osnabrueck.de

## ABSTRACT

An increasing number of companies make use of Cloud Computing services in order to reduce costs and increase flexibility of their IT infrastructure. This has enlivened a debate on the benefits and risks of Cloud Computing, among both practitioners and researchers. This study applies quantitative content analysis to explore the Cloud Computing ecosystem. The analyzed data comprises high quality research articles and practitioner-oriented articles from magazines and web sites. We apply n-grams and the cluster algorithm k-means to analyze the literature. The contribution of this paper is twofold: First, it identifies the key terms and topics that are part of the Cloud Computing ecosystem which we aggregated to a comprehensive model. Second, this paper discloses the sentiments of key topics as reflected in articles from both practice and academia.

## Keywords

Cloud Computing, Quantitative Content Analysis, Sentiment Analysis

## 1. INTRODUCTION

Over the recent years, Cloud Computing has emerged as a new computing paradigm which aims to provide reliable, customized, high-quality and dynamic computing services for end-users [38]. In 2006, Amazon launched their new business division Amazon Web Services (AWS) and provided the basis for this practitioner-driven phenomenon [13]. Cloud Computing utilizes existing technologies like Grid Computing and Virtualization for the delivery of scalable IT services via the internet on a pay-per-use basis [39]. Nevertheless, the technologies employed for Cloud Computing are still in the process of maturing [25,38]. Also, definitions, attributes and characteristics associated with Cloud Computing will continue to evolve and change over time [26].

The three main types of Cloud Computing services are: Software as a Service (SaaS), which refers to application services like Salesforce; Platform as a Service (PaaS), e. g., developer platforms like the Google AppEngine; and finally Infrastructure as a Service (IaaS), which mainly encompasses storage services and computing power services like AWS [25,39].

The concept of Cloud Computing receives increasing attention in both academia and practice [18,23,25]. It attracts researchers and engineers from various backgrounds (e. g., economic vs. technical) who approach the topic from different perspectives (e. g., provider vs. customer). Generally, the overall trend seems to be that of continuously growing interest in Cloud Computing and associated topics like IT Outsourcing, Grid Computing, and Virtualization. This impression was confirmed by the results of a analysis of Google Insights for Search we conducted (cf. Figure 1). To make the data comparable to each other, they are normalized on a scale of 0 and 100. Each point on the graph has been divided by the highest one, or 100.

It becomes obvious that until the third quarter of 2007 the number of search queries regarding the term "Cloud Computing" was on a constant increase. The interest in "Grid Computing" and "IT Outsourcing" slackened until the middle of 2008 and remained more or less steady from then. In contrast, until the beginning of 2010 there was a recognizable upward trend in the number of search queries for the key word "Virtualization" in parallel to the increase in search queries for Cloud Computing.

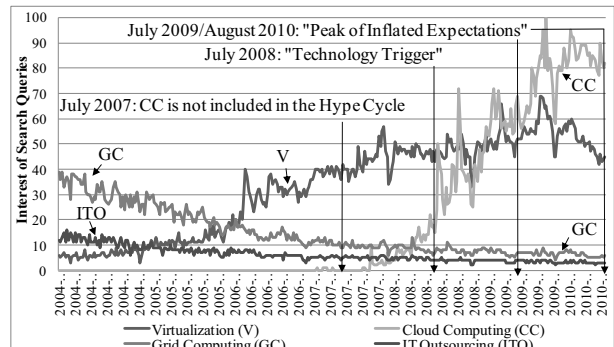


Figure 1: Search Queries for Cloud Computing  
and Related Concepts.

We compared our results with the technology hype cycles that are annually published by the Gartner Group [10] and integrated the information from this source into Figure 1. The illustration encompasses two of the five phases “Technology Trigger”, “Peak of Inflated Expectations”, “Trough of Disillusionment”, “Slope of Enlightenment” and “Plateau of Productivity” [10]. Cloud Computing first appears at the phase of “Technology trigger” in the year 2008. In 2009 and 2010 it is assigned to the phase “Peak of Technology”, but with a superior maturity. The term “Private Cloud” was newly added in 2010 to the Gartner Hypecycle and was also assigned to the second phase, but close to its starting point. Gartner predicts a time span of two to five years until mainstream adoption [10].

It seems that the notion of “Cloud Computing” has been especially dominant in media aimed at readers with a practical background [23]. Mei et al. [25] regard academic discussions on research issues in Cloud Computing as being still inadequate. However, with the emergence of this new paradigm, research challenges come up that need to be adopted by the academic community [16]. New research opportunities emerge that may still be grounded in existing work on IT Outsourcing, IT Service Management as well as Risk and Compliance Management [8,18,23].

With this study we aim at gaining a better understanding of the growing and evolving Cloud Computing ecosystem, which encompasses a variety of business models, actors and market niches [26]. We analyze the ecosystem from both practical and academic perspectives and contrast these two different approaches. We attempt to identify the main concepts and actors that constitute the Cloud Computing ecosystem and also examine the obstacles and challenges associated with the adoption of this paradigm.

To achieve these research objectives, we adopt a quantitative content analysis approach [19,36]. We collected articles from practitioner-oriented outlets (magazine and internet articles) as well as scientific publications (articles published in scientific journals and conference proceedings) with a focus on Cloud Computing. Based on the literature, we identify major topics in Cloud Computing and evaluate them within the Cloud Computing ecosystem by means of positive and negative wordlists. In addition to the identified topics, we also analyze the significance of research challenges that are discussed in the literature. All these insights are finally brought together in a model of the Cloud Computing ecosystem that provides an overview of the main issues and main actors. The model is intended to further clarify the concepts, goals and motivations of Cloud Computing.

The article is structured as follows: Subsequently, related work is presented and discussed. In the third section we describe our chosen research method (quantitative content analysis) and provide details on the preprocessing phase, the process of analysis, and the used corpus. The results and main findings of our work are presented in the fourth section. Next, we discuss these findings in more detail and develop a model for the Cloud Computing ecosystem. Finally, we outline the limitations of our approach and give a brief summary.

## 2. RELATED WORK

Considering the general lack of a common definition of Cloud Computing [38], researchers have especially focused on gaining more insights into Cloud Computing and its multiple facets during the last few years. For instance, Youseff et al. [41] propose an ontology which illustrates the relevant components of Cloud Computing and their relationships. Researchers have also studied Cloud Computing with the aim of increasing the popularity of this research subject within the scientific community [4,18,41]. As yet, little research has been conducted on the drivers and actors of the Cloud Computing ecosystem, on the adoption of Cloud Computing services, or the success and risks associated with them [23]. Rather, existing studies on the emergence of new business models and the evolution of value chains were initiated because of new technological developments [18].

In view of the fact that Cloud Computing is mostly approached from a purely technical perspective, Leimeister et al. [18] extended the focus to include a broader understanding of business opportunities and business value. They describe the ongoing evolution from traditional IT Outsourcing towards Cloud Computing value networks.

Customers and providers are the main actors within these emerging Cloud Computing networks. Taking the customer perspective, Benlian [5] discussed the determinants for customer adoption of SaaS on the basis of transaction cost theory. He identified environmental uncertainty and application specificity as contributing factors for SaaS adoption. Koehler et al. [17] identified customer preferences for attributes of Cloud Computing services by means of choice-based conjoint analysis within an empirical study. They found that the average reputation of the Cloud Computing service provider and the use of standard data formats are more important than financial aspects such as cost reduction or pricing tariffs. Armbrust et al. [4] present a list of ten obstacles for Cloud Computing, of which the following three are considered as affecting adoption: availability/business continuity, data lock-in, and data confidentiality, and auditability. Although the forms of software delivery and pricing associated with Cloud Computing are assumed to replace some traditional software products in the long run, they are not expected to completely eliminate them in the near future [9].

From a vendor perspective, obstacles are identified that affect the growth of Cloud Computing as well as policy and business issues, e. g., data transfer bottlenecks [4]. Nevertheless, Cloud Computing facilitates the introduction of new products and services without large investments in IT infrastructure [31]. Pricing strategies and revenue models are suggested in order to exploit the economic opportunities of this emerging paradigm [3,31]. Huang and Wang [15] investigated the relationship between the SaaS software delivery model and the productivity of software vendors by examining 179 U.S. software companies. They identified demand-side diseconomies of scale for pure SaaS firms which make it difficult for them to compete with larger established software companies.

In view of the small number of studies that have dug deeper into the Cloud Computing ecosystem, there is a definite need for further research on this emerging research topic [16,25]. The goal of our study is to contrast the practical and the scientific

view on Cloud Computing and to rigorously analyze the Cloud Computing ecosystem from both perspectives.

To the best of our knowledge, we are the first to apply quantitative content analysis to gain a holistic view on Cloud Computing that accounts for the arguments of both practice and academia. This approach allows us to draw a comprehensive picture of the issues that need to be tackled within this field as well as of the opportunities it offers for research and practice alike.

### 3. QUANTITATIVE CONTENT ANALYSIS

Our approach constitutes a combination of term frequency and cluster analyses in the field of Cloud Computing. The general objective of a quantitative content analysis is to analyze, edit, and organize a corpus consisting of a set of documents to find hidden features and extract information for further processing [36]. Lijphart [19] stated that content analysis plays an important role for theory development in fields that still lack a theoretical background, as, for example, Cloud Computing.

**Corpus:** As sources of practice-related articles we chose the two IT magazines *CIO Magazine* and *MIT Technology Review*, as well as the two internet pages *Silicon.com* and *InformationWeek.com* which report regularly on the topic of Cloud Computing. Through the inclusion of both print and online publications we attempted to capture a wide range of topics. We excluded blog texts from our analysis due to the uncertain expertise of the authors and instead relied on the professional expert knowledge of the magazine and website editors. In view of the results of the Google search analysis we selected a time horizon from 2007 to August 2010 (cf. Figure 1). While these articles typically take a more subjective approach to their topics than peer-reviewed journal articles, they serve as a useful barometer of current practice and sentiment in the marketplace [24]. On the other hand, we conducted a systematic literature review of articles that appeared in scientific journals and the proceedings of information systems conferences. In our review, we applied keywords related to Cloud Computing (cloud, cloud computing, Software, Platform and Infrastructure as a Service, plus variants and abbreviations of these key words) and performed a forward and backward search in the identified articles on Cloud Computing and related topics [44]. We searched the proceedings of the major international information systems conferences *ICIS*, *ECIS*, *AMCIS* and *HICSS* as well information systems journals ranked by the Association for Information Systems (AIS) with  $\leq 14.00$  points [1] (cf. supplement: [www.uwi.uos.de/supplementw11.pdf](http://www.uwi.uos.de/supplementw11.pdf)). The identified Cloud Computing articles are categorized in Table 1.

**Table 1: Description of the Corpus**

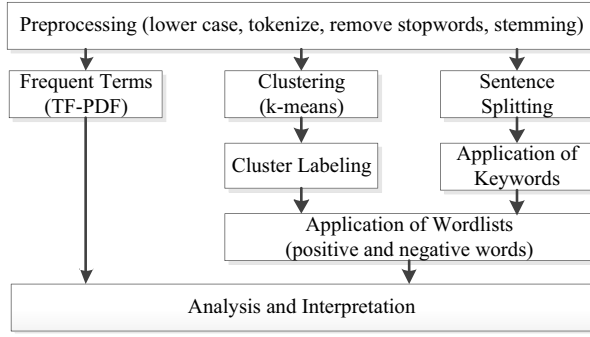
Publication	Publication Type	# of Articles per Year				Overall # of Articles
		2007	2008	2009	2010	
CIO Magazine	Magazine	5	5	9	11	30
MIT Technology Review	Magazine	3	8	21	4	36
Silicon.com	Internet Articles	0	38	38	16	92
InformationWeek.com	Internet Articles	6	99	133	49	287
AIS Journal Ranking	Scientific Journals	0	1	3	1	5

with $\leq 14$						
ICIS, ECIS, AMCIS, HICSS	Scientific Conferences	0	5	9	5	19
Other	Cited in Scientific Articles	1	6	3	6	16
Total		15	162	217	92	485

**Software:** The use of software for the quantitative content analysis is of particular importance because its capability of analyzing large volumes of data exceeds that of any human analyst. Another important benefit of using content analysis software tools is the consistency and reliability of the results [34]. We decided to apply the open source tool Rapidminer 5.0 and its text processing package. The advantage of this tool is its open source character which, in contrast to black-boxed systems, allows for customization [7].

**Preprocessing:** Before data processing could start, we copied the documents for analysis in text documents and deleted additional information like the reference list in scientific articles and text that came from online advertisement in practice-related articles. For the basic preprocessing of the documents, we followed a widely acknowledged information retrieval and text mining procedure applied by Sidorova et al. [35] and added an additional first stem operator that applies especially to Cloud Computing. One of the main problems of text analysis is the existence of search terms with different spellings. As Cloud Computing is an emerging, not highly matured topic [39], this problem is of particular significance. For example, during our analysis we found that the various existing spellings of the three “as a Service” types make it difficult to distinguish between them and impedes the process of analysis. We decided to summarize all “as a Service” spelling variants in the abbreviation “aas”. This approach has the advantage that it captures all types of services in a bi-gram analysis. As the next main preprocessing steps, we transformed all words to lower case and tokenized the document into single terms. To clean this list, we deleted terms that have  $\leq 2$  tokens and applied a stopwords list created by Loughran and McDonald [20]. This list contains currencies, dates, numbers, generic expressions like “and”, “I” etc., names (first names and surnames), and places. Finally, we applied a stem list that we created for the top 50 words to consolidate words in singular and plural. The application of a stemmer like the Snowball or Porter stemmer stems words to close for our analyses [6]. For example, the word “cloudstack”, which is the name of a Cloud Computing service, would be replaced by “cloud”. Accordingly, such important differences between words are no longer visible. Finally, each word can be treated like a vector for further processing. The three types of analysis applied in this work are the counting of words, a document cluster analysis and an analysis of sentences that contain specific keywords. An overview of the analysis process is given in Figure 2, which depicts the analysis steps in chronological order.





**Figure 2: Process of Analysis**

*TF-PDF (weight of terms):* To determine the significance of a term in a collection of documents, the term weighting scheme TF-IDF (term frequency – inverse document frequency) by Salton and Buckley is often used in quantitative content analysis [34]. This algorithm assigns a large weight to terms that frequently appear in a single document, but rarely in a document collection. Thus, words that are usually assigned to a stopword list do not have high weights in this scheme. The aim of this weighting scheme is to retrieve documents that best match a search query. On the other hand, in our analysis we try to determine the so-called “hot topics” [7] in Cloud Computing. Hence, since the TF-IDF scheme is not adequate for our approach, we apply a modification, which is called *TF-PDF* (term frequency – proportional document frequency) [7]. In contrast to TF-IDF, the TF-PDF indicator applies an exponential instead of a logarithmic approach. Its calculation is shown in equation 1 with  $w_j$  as the weight of term  $j$ .

$$w_j = \frac{f_j}{F} \cdot \exp\left(\frac{n_j}{N}\right) \quad (1)$$

The first expression of the formula represents the term frequency, with  $f_j$  standing for the frequency of term  $j$  and  $F$  for the total number of terms in the entire corpus. In the second composition the exponential function is applied with  $n_j$  representing the number of documents that contain term  $j$  and  $N$  representing the total number of documents in the corpus. In our corpus, this method leads to an adjustment of the stopword list, because common words like “make” are listed in the results and need to be deleted. In summary, terms that occur in many documents are more helpful for the identification of main topics by means of TF-PDF. Furthermore, this algorithm has been validated in an experiment conducted by Bun and Ishizuka [7].

*Clustering:* For the identification of main topics in Cloud Computing we apply the clustering algorithm k-means by MacQueen [21]. This non-hierarchical cluster analysis with square Euclidean distances assigns every document to one particular cluster. It needs to be mentioned that this algorithm uses a heuristic approach, which means that the global optimum will not be reached in every process. We decided for this algorithm, since it is commonly known, works very efficient (it needs little computing power) and works with several types of data [14]. The number of clusters needs to be determined by the user. We use an approximation approach [22] which is based on the number of documents ( $n$ ) as shown in equation 2.

$$k \approx \left(\frac{n}{2}\right)^{0.5} \quad (2)$$

The four main steps of the algorithm are as follows [14]: Firstly,  $k$  arithmetic means are randomly selected. Secondly,  $k$  clusters are created by assigning the documents to the nearest neighbor of the  $k$  centroids (cluster prototype). Thirdly, new centroids are calculated on the basis of the new allocation of documents. This step is repeated until the centroids stop changing. The cluster labels are developed inductively by logically reviewing main keywords which are here called centroids [6,11].

*Sentiment Analysis:* Finally, we applied word lists containing terms with either positive (e. g. “benefit”, “desired”) or negative (e. g., “interrupt”, “mistake”) connotations [28]. These word lists were developed by Loughran and McDonald [20] who applied terms from the Harvard Psychosociological Dictionary (Harvard-IV-4) to the field of business and economics. The main difference between the Harvard list and the list by Loughran and McDonald lies in the connotations assigned to certain terms. For example, “cost” and “capital” are categorized as negatively associated words on the Harvard list, but are discussed in business and economics on a neutral basis. In order to apply the Loughran-McDonald list to the field of information systems, some minor adjustments were necessary.

## 4. ANALYSIS

### 4.1 N-Gram Analyses

We analyzed the data from our two corpora separately. They were transferred into numerical vectors of word frequencies. Each position in the vector corresponds to a single word (uni-gram) in the corpus [42]. For each corpus, we determined the 25 most influential terms. We considered this number of terms to provide a representative depiction of the current discussions on Cloud Computing. The results of the uni-gram analyses are shown in Table 2. The top 10 to 15 terms are almost similar in both lists. However, taking a closer look, there are also recognizable differences. As regards the practice publications, technical issues and market actors seem to be the most dominant themes. Terms like “technology”, “storage”, “server”, “software” and “platform” point at the frequent discussions centered on the technical implementation of Cloud Computing. A lot of discussions also focus on large vendors in the Cloud Computing market, as e. g. Microsoft, Google and Amazon. Security is another key term that was identified in the analysis of practitioner-oriented publications

**Table 2: Top 25 Uni-Gram Ranked by TF-PDF**

Practice		Science	
Term	TF-PDF	Term	TF-PDF
cloud	0.09990	service	0.06699
computing	0.04328	cloud	0.05800
company	0.04182	computing	0.04128
service	0.03938	customer	0.03478
application	0.03727	application	0.02930
customer	0.02521	resource	0.02587
data	0.02349	vendor	0.02354
business	0.01669	data	0.02294
software	0.01618	company	0.02017
vendor	0.01416	model	0.01992
server	0.01404	business	0.01635



system	0.01124	system	0.01506
technology	0.00858	software	0.01230
web	0.00857	management	0.01215
microsoft	0.00842	grid	0.01176
security	0.00797	server	0.01143
amazon	0.00774	cost	0.01134
google	0.00759	infrastructure	0.01019
center	0.00726	time	0.00873
infrastructure	0.00639	technology	0.00808
cost	0.00623	web	0.00800
management	0.00621	process	0.00764
platform	0.00512	information	0.00762
storage	0.00504	storage	0.00698
time	0.00496	saas	0.00594

In general, researchers tend to use a similar vocabulary when discussing Cloud Computing. However, instead of using concrete terms like “server” and “storage” they prefer abstractions like “resource” and “system”. The term “grid” is frequently mentioned, for Grid Computing is regarded by many as one of the predecessors of Cloud Computing, and both concepts are often directly compared to each other [39]. Also, service-related issues seem to be more prevalent in academic publications on Cloud Computing, as apparent in the frequent use of the terms “service” and “saas”. Moreover, the occurrence frequency of the terms “business” and “cost” suggests that scientific articles often discuss the effects of Cloud Computing on companies.

The initial search focused only on single words. In a second step, we extended our search to bi-gram analyses, again for each corpus separately. The objective is to gain a deeper understanding of compounded words. Bi-grams consist of exactly two consecutive words [42]. The following results show considerably lower TF-PDF values than those of the uni-gram analyses (cf. Tables 2 and 3). This is the case because recurrences of the same two-word sequence (e. g., “cloud computing” and “cloud service”) are less frequent compared to a single word (e. g., “cloud”).

Again, there are striking analogies between practice-oriented and scientific publications. In both lists, the bi-grams „cloud\_computing“, „data\_center“, and „cloud\_service“ belong to the top three combinations. In the practice corpus, the term “cloud” is more often part of word combinations than in the scientific corpus. Moreover, Amazon’s service “Elastic Compute Cloud” (also called „EC2“) is mainly discussed among practitioners, as can be derived from the frequent occurrence of the bi-grams “[elastic] compute\_cloud” and “amazon\_ec” [2].

**Table 3: Top 25 Bi-Grams Ranked by TF-PDF**

Practice		Science	
Term	TF-PDF	Term	TF-PDF
cloud_computing	0.03286	cloud_computing	0.01991
data_center	0.00550	data_center	0.00445
cloud_service	0.00343	cloud_service	0.00430
private_cloud	0.00205	service_vendor	0.00360
virtual_server	0.00168	cloud_vendor	0.00243
cloud_vendor	0.00166	web_service	0.00240
open_source	0.00162	virtual_server	0.00205
web_service	0.00141	grid_computing	0.00195
software_aas	0.00140	business_model	0.00160
google_application	0.00116	business_process	0.00131
service_vendor	0.00110	computing_cloud	0.00130
public_cloud	0.00109	computing_resource	0.00123

operating_system	0.00109	cloud_application	0.00108
web_application	0.00100	computing_service	0.00107
computing_service	0.00080	application_service	0.00091
amazon_web	0.00079	service_level	0.00088
cloud_application	0.00072	utility_computing	0.00083
amazon_ec	0.00065	service_delivery	0.00080
company_cloud	0.00065	service_computing	0.00076
application_cloud	0.00060	operating_system	0.00074
end_customer	0.00053	economies_scale	0.00071
public_sector	0.00052	knowledge_area	0.00070
application_service	0.00051	resource_management	0.00069
compute_cloud	0.00051	pricing_model	0.00067
saas_application	0.00048	software_aas	0.00067

Aspects of service provision are again more prevalent in the scientific corpus. In contrast to the practitioner outlets, scientific publications often deal with the management and adoption of Cloud Computing services within companies, as exemplified by the frequent use of terms like “service\_level”, „business\_model“, “service\_delivery” and „business\_process“. Surprisingly, the term “economies\_[of]\_scale” is one of the top 25 terms already. Thus, there might be a first tendency towards the study of theories related to the Cloud Computing phenomenon.

## 4.2 Cluster Analyses

The main objective of the cluster analysis is to assign the documents of each corpus to the most frequently discussed themes. The three obligatory parameters for this algorithm are the maximal numbers of runs and the maximal optimization steps. The first parameter defines the number of runs with a random initialization for the first centroid, which we set 10. The maximal optimization steps define the number of iterations performed for one run of the algorithm, which we set 100. We determined the number of clusters for each corpus with the presented approximation approach (cf. equation 2) [22], resulting in 15 clusters for the practitioner corpus (445 documents) and 5 clusters for the academic corpus (40 documents). Due to the heuristic nature of the k-means algorithms, minor deviations occurred with regard to documents brought together in clusters. As a consequence, we conducted the analyses several times. Two authors of this paper subjectively decided on the most adequate result to serve as the basis for these analyses.

For presentation and discussion of the results, we sorted the topic clusters descending by the number of documents they include (cf. Table 4 and Table 5). The clusters were labeled by means of logical reviewing [6]. To improve the quality of labels, again, two authors of this paper were involved in independently reviewing and coding the results of the cluster analysis.

Additionally, we conducted an analysis of positive and negative words which were used in the individual cluster documents (in the supplement, we present a list of centroids with a factor loading  $\geq 0.05$  of each cluster: [www.uwi.uos.de/supplementw11.pdf](http://www.uwi.uos.de/supplementw11.pdf)). Here, we would like to mention that the outcomes need to be interpreted with care. They represent the sentiment of the entire cluster and cover every sentence of each cluster document. Thus, there could be a bias, which we address in the following sentiment analyses (cf. section 4.3). Nevertheless, the results indicate first sentiment tendencies.

As for practitioner articles (cf. Table 4), it becomes obvious that “General Topics”, “Technical Topics” and “Company

Perspective (Cloud Computing)” are the three most prevalent clusters. The sentiment analysis revealed that in the discussion of general topics more positive than negative words are used. A more pessimistic view is taken on technical issues, which is partly due to the still maturing interface and architecture concepts. Another interesting aspect is that similar topics are covered by different clusters; this is true, for example, for clusters 3 and 4. The articles that belong to these clusters use different vocabularies and therefore express different sentiments. The articles of cluster 3 embrace vocabularies that are used within the context of Cloud Computing with a balanced sentiment. In cluster 4, most of the terms are closely related to the topic of IT Outsourcing, with which a wider range of practitioners is already familiar [18], and more positive than negative words are used. Several clusters refer to the main actors in the current market, as e. g., Microsoft, Amazon Web Services (AWS), Nasa (Nebula), Oracle, Salesforce (covered in cluster 5), as well as open source products and services. Different vendors have different reputations on the market, whereas in this respect, mature services are usually in a better position (as, for example, AWS). Also, risk and security issues are obviously much debated. This becomes evident when looking at cluster 12, which contains only documents that exclusively deal with this field. The sentiment in this field is slightly positive, since all words in the cluster are considered (The discussion of this result is presented in section 4 and 5). Finally, there is a small cluster comprising three documents about IT Outsourcing and the Cloud Computing market.

**Table 4: Results of the Cluster Analysis (Practice)**

#	Cluster	# of Documents (Percentage)	Positive Words	Negative Words
1	General Topics	92 (20.7%)	<b>58.9%</b>	41.1%
2	Technical Topics	64 (14.4%)	41.1%	<b>58.9%</b>
3	Company Perspective (Cloud Computing)	54 (12.1%)	48.9%	<b>51.1%</b>
4	Company Perspective (IT Outsourcing)	37 (8.3%)	<b>56.4%</b>	43.6%
5	SaaS (Provider)	31 (7.0%)	<b>65.6%</b>	34.4%
6	Microsoft Azure	31 (7.0%)	38.1%	<b>61.9%</b>
7	Vendors	27 (6.1%)	<b>56.3%</b>	43.8%
8	SaaS (Business/ Management)	23 (5.2%)	41.1%	<b>58.9%</b>
9	Government	21 (4.7%)	<b>72.9%</b>	27.1%
10	Open Source/ Standards	20 (4.5%)	<b>57.3%</b>	42.7%
11	Amazon Web Services	20 (4.5%)	<b>70.5%</b>	29.5%
12	Security/ Risk	10 (2.2%)	<b>54.3%</b>	45.7%
13	Nasa Nebula	7 (1.6%)	31.0%	<b>69.0%</b>
14	Oracle Fusion	5 (1.1%)	<b>56.0%</b>	44.0%
15	IT Outsourcing/ Cloud Computing Market	3 (0.7%)	46.4%	<b>53.6%</b>
	<b>Overall</b>	<b>445 (100.0%)</b>	<b>48.7%</b>	51.3%

The analysis of scientific articles resulted in a categorization into five clusters (cf. Table 5). Again, the major cluster comprises articles on general topics from the field of Cloud Computing, showing positive attitudes. The second cluster consists of literature on resource management of Cloud Computing services in which slightly more negative than positive words are used. This cluster is strongly dominated by researchers like Püschel et al. (for example [30]). Topics regarding Grid vs. Cloud Computing are addressed in the articles of cluster 3, which

shows a strong positive sentiment. The fourth cluster is dedicated to issues concerning sourcing models like SaaS and classic IT Outsourcing. Here, the basic sentiment of the articles is positive. Finally, there is the fifth cluster that consists of articles with topics on implications for business and management with a strong positive sentiment. This might be due to researchers that discuss and develop concepts and methods for simplifying business processes and reducing costs by means of Cloud Computing services.

**Table 5: Results of the Cluster Analysis (Science)**

#	Cluster	# of Documents (Percentage)	Positive Words	Negative Words
1	General Topics	16 (40.0%)	42.5%	<b>57.2%</b>
2	Resource Management	8 (20.0%)	46.5%	<b>53.5%</b>
3	Grid vs. Cloud Computing	8 (20.0%)	<b>67.2%</b>	32.8%
4	SaaS/ IT Outsourcing	4 (10.0%)	<b>55.1%</b>	44.9%
5	Business/ Management	4 (10.0%)	<b>68.8%</b>	31.2%
	<b>Overall</b>	<b>40 (100.00%)</b>	<b>52.4%</b>	47.6%

The analysis of scientific articles proved to be a lot more challenging than the review of practitioner-oriented publications. In comparison, after preprocessing, the 40 analyzed scientific articles contained 104,222 single terms whereas the 445 practice-related articles contained 158,121 single terms. Thus, assigning a scientific article to one particular cluster caused difficulties. The results presented in Table 5 show that by and large, only a handful of major research topics can be currently distinguished in the field of Cloud Computing. All topics outside these main categories are usually discussed in the context of overview articles. The results call for further in-depth analyses of these articles.

### 4.3 Sentiment Analysis

The cluster analysis helped to identify major topics in Cloud Computing, while the sentiment analysis revealed a first trend of opinions in the field. However, a deeper understanding of positive and negative sentiments was still lacking. Therefore, a further sentence analysis was conducted which consisted of several processing steps. Firstly, sentences were split up by identifying punctuation marks. Within these sentences we searched for keywords covering particular topics and drivers of Cloud Computing. Finally, we marked positive and negative terms to make them countable.

**Table 6: Major Topics in Cloud Computing**

Topic/Description	Concepts (Synonyms)
<b>Technology</b> - Changing requirements for IT infrastructures and architectures [16] - Resource management (virtualization and the absorption of demand peaks) [4,16,37] - Standardization of interfaces [16]	hardware, server, virtual, resource, infrastructure, network, middleware, rout, center, interface, storage
<b>Costs</b> - Cost management (cost for migration, allocation of costs, cost savings) [16,18] - Pricing models for Cloud Computing Services [16] - Implementation and consulting costs [18]	budget, pric, money, cost, accounting, accountanc, finance, saving, save, pay, tco
<b>Personnel</b> - Changing role of IT department and political implications on (IT) personnel [16] - Effects on end users [16,37]	skill, personnel, fluctuation, manpower, workforce, labor, employee, user, department, staff

<b>Security</b> - Security issues: denial of service attacks, threats, malware [32,37,39] - privacy issues: data protection and treatment [4,16]	protection, hacker, secur, recover, confidential, property, privacy, vulnerabilit, delet, threat, trust, privacy, denial, Malware, unauthoriz, risk
<b>Quality</b> - Service availability and business continuity [37,39] - Elasticity (Resilience) and performance [4,16]	performance, availab, quality, assurance, iso 9000, six sigma, dependability, resilience, requirement, stability, stable, continu, elastici, flexib
<b>Compliance</b> - Regulatory requirements that restrict data movement and processing [29,39] - Ability to audit Cloud Computing services [16,39]	regulat, law, government, liability, penalt, legislation, rule, legal, compliance, jurisdiction, licens, audit

Roberts [33] points out that the results of a content analysis always need to be interpreted within the general context of the research field to determine the full meaning of a particular term. Even the selection of cluster labels needs to be theoretically underpinned. Thus, to explore the Cloud Computing ecosystem systematically, we developed a list of drivers and factors on the basis of scientific literature which was assigned to the first cluster (General Topics) of the scientific corpus (cf. Table 5). Some of these articles contain discussions about open issues in Cloud Computing and suggest research agendas, which were merged into 6 key topics as described in Table 6. Also, we added concepts that could be used as synonyms for the analysis. These concepts were derived from the results of the n-gram analyses. In order to be able to detect different word forms of the same word stem (e. g. plural and singular terms; nouns and adjectives) we shortened the words to their stem where needed (e. g., “secur” instead of “secure” and “security”).

The results of the sentiment analysis on the basis of particular sentences are presented in Table 7. We ranked the topics by the TF-PDF factors of the practitioner corpus, which are quite similar to those of the scientific one.

**Table 7: Results of the Sentiment Analyses**

Topic	Practice			Science		
	TF-PDF	Positive Words	Negative Words	TF-PDF	Positive Words	Negative Words
<b>Technology</b>	0.0659	<b>54.4%</b>	45.6%	0.0822	<b>58.8%</b>	41.2%
<b>Costs</b>	0.0186	<b>51.7%</b>	48.3%	0.0262	<b>57.1%</b>	42.9%
<b>Personnel</b>	0.0177	46.7%	<b>53.3%</b>	0.0225	49.9%	<b>50.1%</b>
<b>Security</b>	0.0143	30.2%	<b>69.8%</b>	0.0095	29.9%	<b>70.1%</b>
<b>Quality</b>	0.0087	<b>53.7%</b>	46.3%	0.0198	48.7%	<b>51.3%</b>
<b>Compliance</b>	0.0056	44.3%	<b>55.7%</b>	0.0049	41.6%	<b>58.4%</b>

In contrast to the results of Table 4, the outcomes presented here show a different picture of particular topics. Main causes are discussed in the subsequent section (cf. section 5). However, technological issues are seen positive by both practitioners and researchers. Interesting is the difference for cost issues. Researchers discuss cost issues in Cloud Computing more positively than practitioners. The most significant outcome is the strong negative sentiment in sentences that comprise expressions of security issues. The opinion on quality varies slightly different between both groups. Finally, compliance topics reveal as well as security topics a rather negative connotation.

## 5. DISCUSSION OF RESULTS

Exploring the Cloud Computing ecosystem from different perspectives offers interesting insights into the discrepancy between science and practice. For instance, the n-gram and cluster analyses revealed a strong focus on Cloud Computing providers in practice (cf. Table 3). Obviously, user companies are interested in new Cloud Computing services and products. Especially popular and long-established providers (like AWS and Salesforce) have a positive reputation (cf. Table 4), as they were first movers in Cloud Computing. In contrast, Microsoft’s development platform Azure is discussed less benevolently (61.9 % negative words).

The topic “technology” receives quite a positive interpretation in both practice and science (cf. Table 7). In comparison to Table 4 in which technical issues are evaluated rather negatively, a more detailed analysis is necessary. For instance, researchers [12] wrote: “A key concept in cloud computing is that cloud providers can use *\*resources* more *\*pos\*efficiently* through statistical multiplexing, and may operate at lower cost than medium-sized data centers” (words that match the topic are highlighted with a “\*”; positive/negative words by “\*pos\*” or “\*neg\*””). In practitioner-oriented articles, sentences can be found like: “Scaling a web application – adjusting *\*resources* *\*pos\*smoothly* in response to growing traffic – is a do-or-die proposition for most web startups.” [27] However, the analysis of cluster 2 “Technical Topics” (cf. Table 4) reveals that in the respective articles expressions like “problem”, “costly” and “difficult” are used frequently, leading to a slightly negative sentiment (58.9% negative words). Nevertheless, we assume that the sentence-based sentiment analysis (Table 7) provides a more reliable picture on technical topics.

Security issues in Cloud Computing offer interesting results as well. Table 4 and 5 suggest that security is positively discussed in practice. The outcomes presented in Table 7 provide a contradicting impression. In both practice and science, security issues are discussed fairly negatively. Here, the question arises, why there is no cluster which deals with security topics in science. Of course, several authors touch security issues, but their works on this topic are by far not as comprehensive so that the cluster algorithm could shape an additional cluster. For instance, some articles represent research in progress [32] and others are largely restricted to mere descriptions of the Cloud Computing paradigm. Moreover, an analysis of the term “security” shows that the strongest influence in science is shown in the general topic cluster (centroid: 0.046). Summarized, security issues are recognized as a success factor for Cloud Computing in both science and practice, but a strong research field is not built yet.

Another negatively associated topic is compliance, which is exemplified by the following sentences from the scientific corpus: “From an individual’s perspective, cloud computing presents *\*neg\*risks* of personal data exposure, and *\*neg\*lack* of awareness regarding the location and *\*jurisdiction* of their data.” [16] On the other hand, the following sentence is typical for a practitioner-based article: “For example, if there’s a security *\*failure* in a service that comprises financial data, a company might be required to notify customers under state or federal *\*law*, and potentially face legal action.” [2]

The discussion on data centers (which are occasionally called clouds [40]) points at another difference and is worth discussing. It becomes evident from Table 3 that practitioners frequently discuss the topic of “clouds”. In general, cloud concepts are differentiated between private (internal), public (external) and hybrid (hybrid types of the aforementioned) clouds [4]. In science, this topic is not extensively discussed (cf. Table 2 and 3). For example, Włodarczyk et al. [40] support this finding as well and provide a first insight by developing an inter-company solution to deal with security issues.

Summing up, in both practice and science there seems to be a detailed discussion what Cloud Computing actually is and is not [40]. In science the tone is slightly more negative on general topics, but in the end Cloud Computing has a quite positive sentiment. The three negative associated topics security, compliance and personnel indicate open issues. Apparently, companies have problems in adopting Cloud Computing services and integrate them into their IT architecture. Researchers try to uncover the core of Cloud Computing by analyzing business models and business processes (cf. Table 3), while practitioners are more interested in revealing information about market actors and new Cloud Computing services.

Figure 3 gives an overview about the Cloud Computing ecosystem as resulting from our qualitative content analyses. It synthesizes the major topics and most relevant key words related to the still evolving Cloud Computing paradigm. Words discussed only in practice are highlighted with a “\*”. Purely scientific notions are marked by a “+”. All other words are relevant to both practice and academia.

We structured the topics and key words along the Cloud Computing service process from provider to customer. The stakeholders (e. g., provider and customer) act on the basis of legal and compliance requirements as depicted by the Government/ Compliance box. The provision of Cloud Computing services is related to technical issues. Security issues and risks affect stakeholders and the provision of services. They are also linked to the technical issues.

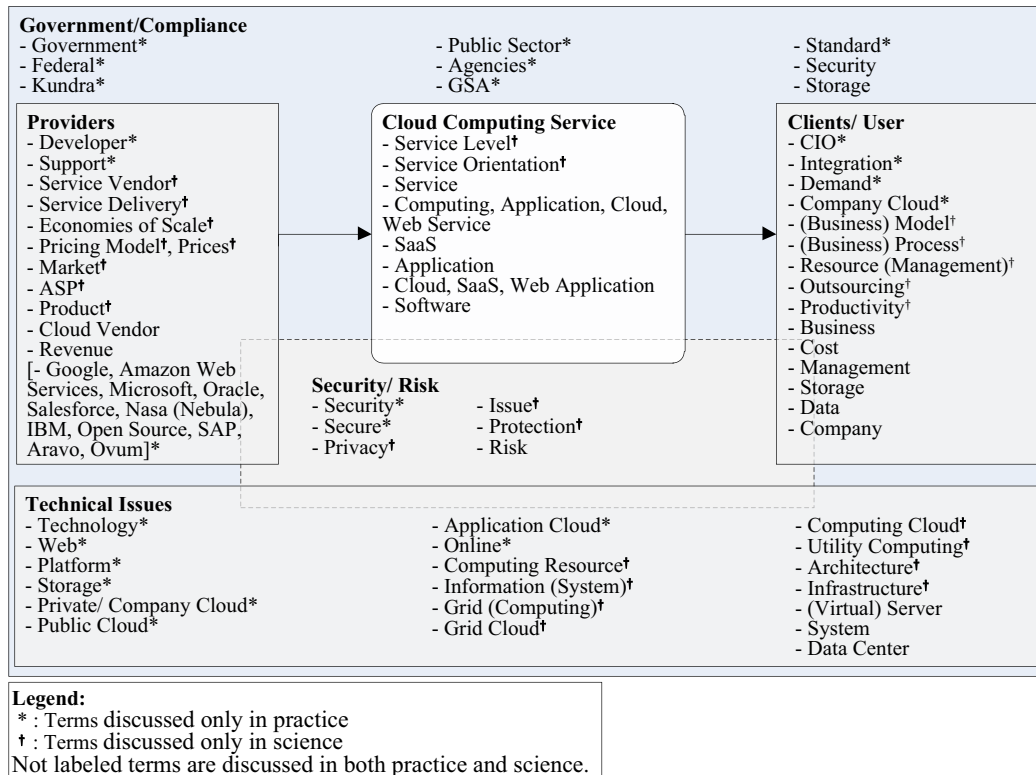
## 6. LIMITATIONS

The applied research method (quantitative content analysis) and the design of this study imply some unavoidable limitations. One major problem lies in the interpretation of word lists. Software tools are unable to differentiate between different meanings of the same word [43]. Therefore, in some cases, false negatives or positives might have been included into the analysis. In response to this problem, we tried to follow the recommendations of Roberts [33] by providing a theoretical basis for our cluster analysis and by putting it in the context of the overall debate on Cloud Computing.

It is also important to note that, in addition to practitioner-based publications, our corpus predominantly comprises North American high quality scientific journals which are included in the AIS ranking. One may argue that the scope of our analysis was critically limited by this approach. However, with our study we intended to identify the main differences between current scientific and practical understandings of Cloud Computing. The inclusion of additional sources which are closer to one of the corpuses in terms of domain affiliation and word usage could have led to fuzzy results. Also, we focused on North American sources because from our point of view, the main driving forces behind Cloud Computing are still to be found in North America. Differences between North American and European research that are commonly acknowledged need to be considered [35]. These limitations must be kept in mind when interpreting the results of our analyses.

In addition, our way of labeling the clusters may have been subject to biases. However, we did our best to minimize this risk by carefully examining term loadings and by having the clusters labeled by two researchers independently [35].

Finally, the choice of the k-means cluster algorithm entails some limitations, too. We could have applied several other algorithms or improvements of k-means [14], but decided against it because of the efficiency and widespread familiarity of the k-means cluster algorithm.



**Figure 3: Cloud Computing Ecosystem**

## 7. CONCLUSIONS

In this paper, we explored the Cloud Computing paradigm from both a scientific and practitioner-based perspective by applying quantitative content analysis. The contribution of this paper is twofold: First, it identifies the key terms and topics that are part of the current Cloud Computing discussion in practice and academia. We aggregated the key terms and topics into a model of the Cloud Computing ecosystem. This model reflects the overall results in the form of a simple Cloud Computing service process (see Figure 3). Second, this paper discloses the sentiments of key topics as reflected in articles from both corpuses. Here, major findings are that Cloud Computing is seen positively in general. There are only few topics that practitioner-oriented outlets and academics evaluate rather negative. Results of the sentiment analyses vary between practice and science.

It is important to keep in mind that this research approach has its limitations. However, we tried to minimize biases by following a well established research approach. We are confident that our corpuses provide a high level of quality and are suited for the distinction between practice and science.

Due to the fast moving Cloud Computing market we are aware of our results being transient. Nevertheless, we hope that the outcomes of our study can be practically used to help researchers align their research topics to business needs and position their research topics within the Cloud Computing ecosystem. For future research we imagine that a bilingual study (German and English) of similar design could reveal deeper insights in geographical and cultural differences within the global discussion on Cloud Computing.

## 8. REFERENCES

- [1] AIS. MIS Journal Rankings. Retrieved on 2010-08-23 from <http://ais.affiniscap.com/displaycommon.cfm?an=1&subartid=432>.
- [2] Adam, E., Berlind, D., Hoover, J.N., and Foley, J. 2008. A How-To Guide To Cloud Computing. *InformationWeek*. Retrieved on 2010-08-23 from <http://www.informationweek.com/news/services/storage/showArticle.jhtml?articleID=212201920>.
- [3] Anandasivam, A. and Premm, M. 2009. Bid price control and dynamic pricing in clouds. *European Conference on Information Systems (ECIS)*, (Verona, Italy, 2009).
- [4] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., et al. 2010. A view of cloud computing. *Communications of the ACM* 53, 4 (2010), 50-58.
- [5] Benlian, A. 2009. A transaction cost theoretical analysis of Software-as-a-Service (SaaS)-based sourcing in SMBs and enterprises. *European conference on Information Systems (ECIS)*, (Verona, Italy, 2009).
- [6] Blake, R. 2010. Identifying the core topics and themes of data and information quality research. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, (Lima, Peru, 2010).
- [7] Bun, K. and Ichizuka, M. 2006. Emerging topic tracking system in WWW. *Knowledge-Based Systems* 19, 3 (2006), 164-171.
- [8] Buyya, R., Yeo, C.S., Venugopal, S., Broberg, J., and Brandic, I. 2009. Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems* 25, 6 (2009), 599-616.
- [9] Cusumano, M. Cloud computing and SaaS as new computing platforms. *Communications of the ACM* 53, 4 (2010), 27.
- [10] Feen, J. 2009. Emerging Technology Hype Cycle 2010: What's Hot and What's Not. *Gartner*. Retrieved on 2010-08-23 from [http://www.gartner.com/it/content/1395600/1395613/august\\_4\\_whats\\_hot\\_hype\\_2010\\_jfenn.pdf](http://www.gartner.com/it/content/1395600/1395613/august_4_whats_hot_hype_2010_jfenn.pdf).
- [11] Griffiths, T. and Steyvers, M. Finding scientific topics. *Colloquium of the National Academy of Sciences*, (2004).
- [12] Günther, O., Müller, C., and Ziekow, H. 2010. RFID in the Cloud: A Service for High-Speed Data Access in Distributed Value Chains. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, (2010).
- [13] Hof, R.D. 2006. Jeff Bezos' Risky Bet. *BusinessWeek*. Retrieved on 2010-08-23 from [http://www.businessweek.com/magazine/content/06\\_46/b409001.htm](http://www.businessweek.com/magazine/content/06_46/b409001.htm).
- [14] Hotho, A., Nürnberger, A., and Paaß, G. 2005. A Brief Survey of Text Mining. *Journal for Computational Linguistics and Language Technology* 20, 1 (2005), 19-62.
- [15] Huang, K. and Wang, M. 2009. Firm-Level Productivity Analysis for Software as a Service Companies. *International Conference on Information Systems (ICIS)*, (Phoenix, AZ, 2009).
- [16] Khajeh-Hosseini, A., Sommerville, I., and Sriram, I. 2010. Research Challenges for Enterprise Cloud Computing. 2010. Retrieved on 2010-08-23 from <http://arxiv.org/pdf/1001.3257>.
- [17] Koehler, P., Anandasivam, A., and Dan, M.A. 2010. Cloud Services from a Consumer Perspective Cloud Services from a Consumer Perspective. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, (Lima, Peru, 2010).
- [18] Leimeister, S., Riedl, C., Böhm, M., and Krcmar, H. 2010. The Business Perspective of Cloud Computing: Actors, Roles, and Value Networks. *European Conference on Information Systems (ECIS)*, (Pretoria, South Africa, 2010).
- [19] Lijphart, A. 1971. Comparative Politics and the Comparative Method. *American Political Science Review* 65, September 1971 (1971), 682-693.
- [20] Loughran, T. and McDonald, B. 2010. When is a Liability not a Liability? Textual Analysis, Dictionaries, and 10-Ks. *Journal of Finance*, Forthcoming.
- [21] MacQueen, J. 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. University of California Press, 1967, 281-297.
- [22] Mardia, K.V., Kent, J.T., and Bibby, J.M. 1997. *Multivariate analysis*. Acad. Press.

- [23] Martens, B. and Teuteberg, F. 2009. Why Risk Management Matters in IT Outsourcing - A Systematic Literature Review and Elements of a Research Agenda. *European Conference on Information Systems (ECIS)*, (Verona, Italy 2009).
- [24] McLaughlin, D. and Peppard, J. 2006. IT back sourcing: from 'make or buy' to 'bringing IT back in-house'. *European Conference on Information Systems (ECIS)*, (Göteborg, Sweden, 2006).
- [25] Mei, L., Chan, W., and Tse, T. 2008. A Tale of Clouds: Paradigm Comparisons and Some Thoughts on Research Issues. *IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference*, (2008), 464-469.
- [26] Mell, P. and Grance, T. 2009. NIST Definition of Cloud Computing. *National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory*. Retrieved on 2010-08-23 from <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/>.
- [27] Naone, E. 2008. Reaching for the Clouds. *MIT Technology Review*. Retrieved on 2010-08-23 from <http://www.technologyreview.com/business/21127/>.
- [28] Pang, B., Lee, L., Rd, H., and Jose, S. 2002. Thumbs up? Sentiment Classification using Machine Learning Techniques. *ACL Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, (2002), 79-86.
- [29] Pearson, S. 2009. Taking account of privacy when designing cloud computing services. *ICSE Workshop on Software Engineering Challenges of Cloud Computing*, (2009), 44-52.
- [30] Poeschel, T. and Neumann, D. 2009. Management of cloud infrastructures: Policybased revenue optimization. *International Conference on Information Systems (ICIS)*, (Phoenix, AZ, 2009).
- [31] Poeschel, T., Anandasivam, A., Buschek, S., and Neumann, D. 2009. Making money with clouds – Revenue optimization through automated policy decisions. *European Conference on Information Systems (ECIS)*, (Verona, Italy, 2009), 1-13.
- [32] Ramireddy, S., Chakraborty, R., and Raghu, T. 2010. Privacy and Security Practices in the Arena of Cloud Computing-A Research in Progress. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, (Lima, Peru, 2010).
- [33] Roberts, C.W. 2000. A Conceptual Framework for Quantitative Text Analysis. *Quality & Quantity* 34, 3 (2000), 259-274.
- [34] Salton, G. and Buckley, C. 1988. Term-weighting approached in automatic text retrieval. *Information Processing and Management* 14, 5 (1988), 513-523.
- [35] Sidorova, A., Evangelopoulos, N., Valacich, J.S., and Ramakrishnan, T. 2008. Uncovering the intellectual core of the information systems discipline. *MIS Quarterly* 32, 3 (2008), 467-482.
- [36] Sullivan, D. 2001. *Document Warehousing and Text Mining*. Wiley Computer Publishing.
- [37] Vaquero, L.M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., and Lindner, M. 2009. A break in the clouds: towards a cloud definition. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review* 39, 1 (2009), 50-55.
- [38] Wang, L. and von Laszewski, G. 2008. Scientific cloud computing: Early definition and experience. *IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*, (2008), 825-830.
- [39] Weinhardt, C., Anandasivam, A., Blau, B., et al. 2009. Cloud Computing – A Classification, Business Models, and Research Directions. *Business & Information Systems Engineering* 1, 5 (2009), 391-399.
- [40] Włodarczyk, T.W., Rong, C., and Thorsen, K.A. 2009. Industrial Cloud: Toward Inter-enterprise Integration. *Lecture Notes in Computer Science* 5931, (2009), 460-471.
- [41] Youseff, L., Butrico, M., and Da Silva, D. 2008. Toward a Unified Ontology of Cloud Computing. *2008 Grid Computing Environments Workshop*, (2008), 1-10.
- [42] Zhang, T. and Oles, F. 2001. Text Categorization Based on Regularized Linear Classification Methods. *Information Retrieval* 4, 1 (2001), 5-31.
- [43] Zhou, Y., Fleischmann, K.R., and Wallace, W.A. 2010. Automatic Text Analysis of Values in the Enron Email Dataset: Clustering a Social Network Using the Value Patterns of Actors. *Hawaii International Conference on System Sciences*, (2010).
- [44] vom Brocke, J., Simons, A., Niehaves, B., Riemer, K., Plattfaut, R., and Cleven, A. 2009. Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process. *European Conference on Information Systems (ECIS)*, (Verona, Italy, 2009), 2206-2217.

# IT/IS Project Portfolio Selection in the Presence of Project Interactions – Review and Synthesis of the Literature

Dennis Kundisch  
Chair of Business Information Systems  
University of Paderborn  
Warburgerstraße 100  
33098 Paderborn

dennis.kundisch@wiwi.uni-paderborn.de

Christian Meier  
Chair of Business Information Systems  
University of Paderborn  
Warburgerstraße 100  
33098 Paderborn

christian.meier@wiwi.uni-paderborn.de

## ABSTRACT

Adequately considering interactions among IT/IS projects in the process of constructing an IT/IS project portfolio is an important requirement for value-based IT/IS project portfolio selection. A lot of articles already deal with modeling approaches to incorporate such interactions, but the literature lacks a common terminology and a structured perspective on the manifold types of interactions and their effects. When applied in business practice, this may lead to a systematically wrong project portfolio selection. Based on a comprehensive literature review, our contributions are (1) an identification of relevant classification dimensions of IT/IS project portfolio selection, (2) the development of a framework that provides a structured perspective on deterministic, intratemporal interactions, and – as the main contribution – (3) a unification of the terminology and the semantics of interactions among IT/IS projects. This work shall support decision-makers in the identification of possible interactions among IT/IS project proposals.

## Keywords

IT/IS project portfolio selection, IT/IS project, interactions, interdependencies, classification framework

## 1. INTRODUCTION

The selection of information technology/information systems (IT/IS) projects<sup>1</sup> to construct appropriate IT/IS project portfolios<sup>2</sup> is an important and recurring activity in many organizations [2], [26]. At the time of planning there are

<sup>1</sup>A *project* can generally be defined as “a complex effort, usually less than three years in duration, made up of interrelated tasks, performed by various organizations, with a well-defined objective, schedule, and budget” [3].

<sup>2</sup>A *project portfolio* can be defined as a “group of projects that are carried out under the sponsorship and/or management of a particular organization” [2].

usually more projects available for selection than can be undertaken within the financial and organizational constraints of a firm, so “choices must be made in making up a suitable project portfolio” [2].

The selection process of such a project portfolio typically can be decomposed into different phases. As suggested by Archer et al. [2], in a pre-screening phase only project proposals are considered for further evaluation, which fit the strategic focus of the organization. This also includes feasibility analysis of single project proposals as well as the identification of mandatory projects. Then, the remaining proposals have to be evaluated individually and a common set of parameters (e.g. expected benefits, resource consumption) has to be derived to allow comparison among the individual project proposals in a portfolio context. In the subsequent project portfolio selection (PPS) phase, the optimal project portfolio has to be determined based on the parameters derived from the individual evaluation. Within this selection phase, it is a challenging but necessary requirement to account for interactions among IT/IS projects to avoid making unfavorable PPS decisions [28]. Lee et al. even state that “the cost of difficulty in data gathering for modeling is not so critical than the risk in selecting the wrong project without considering the interdependencies” [17].

Following [10], we use the term *interaction* instead of *interdependency* in this article. Generally, we speak of an interaction, if resources consumed or outputs generated by a project influence the use of resources or outputs generated by one or several other projects. If, for example, the same database server is needed in more than one project and each project only temporarily needs this server, it may be shared among the projects and thus has to be procured and installed only once. This example describes a typical interaction among required resources of projects.

In the early capital budgeting literature and especially in the R&D PPS literature, many approaches can be found that consider interactions among projects to some extent ([27], [1], [13], [12]). These two streams of literature already provide very useful fundamentals for the description and modeling of project interactions. But still, too little attention has been paid to the adequate consideration of interactions in the literature [10]. This becomes even more important with the advent of IT/IS projects becoming the



dominant type of projects conducted in many organizations. One of the major differences between the R&D and IT/IS PPS problems is the increased importance and complexity of interactions among IT/IS projects. For instance Graves et al. emphasize that “[...] R&D interaction modeling is typically pairwise, [whereas] realistic IT modeling requires, that higher-order interdependencies (among three or more projects) be represented” [14].

In contrast to this claimed importance of interactions in IT/IS PPS we find comparably little research in the IT/IS project portfolio management literature that addresses the issue of interactions. Further, our results show that the work that can be found is not based on a unified terminology. In order to have a well-founded starting point for further work in the area of IT/IS PPS, this article makes three contributions. Based on a comprehensive literature review, our contributions are (1) an identification of relevant classification dimensions of IT/IS project portfolio selection, (2) the development of a framework that provides a structured perspective on deterministic, intratemporal interactions, and – as the main contribution based on the classification dimensions and the framework – (3) a unification of the terminology and the semantics of interactions among IT/IS projects. Thereby, we assume that all parameters of interest (e.g. resource consumption of or benefits resulting from projects) are deterministic and known at the time the portfolio is planned. Moreover, we focus on interactions among IT/IS projects that just affect the planning decision of the actual portfolio. The framework shall support decision-makers in the identification of possible interactions among IT/IS project proposals for further valuation and PPS purposes.

The remainder of this article is organized as follows. In section 2, we present the methodology and results of our literature review and identify relevant classification dimensions of IT/IS PPS. In section 3, using the results of our literature review and based on further conceptual considerations, we propose a classification framework for interactions among IT/IS projects and describe possible types of interactions. The results of our research as well as perspectives for future research are discussed in section 4.

## 2. REVIEW OF THE LITERATURE

Although the importance of considering interactions in the selection process of project portfolios seems to be acknowledged in the literature, the perspective on project interactions and the degree of detail in which they are considered vary greatly. To provide an overview on the extent to which interactions are treated in the literature and to create a basis for further investigation, we conducted an *integrative review* of the literature [11], as described in the following section.

### 2.1 Methodology

In the first step, we identified journals relevant for our research. Since project management is a multifaceted discipline [16], we employed both the surveys of Lowry et al. [20] covering the *Information Systems* discipline and Barmana et al. [5] covering the *Production and Operations Management* discipline. We included the top 20 journals of each of the surveys’ rankings as possible outlets for our review. Additionally, we included two important *Project Management*

journals identified by [16] into our review as well. After removing the duplicates of journals (bold entries in table 1), which appeared in more than one of the surveys, we obtained 38 high quality journals as the basis for our review (see table 1).<sup>3</sup>

Within these journals, we conducted a keyword search using the Google Scholar service (<http://scholar.google.de>). We searched for all possible combinations of the terms *project*, *portfolio*, and *selection* in combination with the terms *interaction* or *interdependence* (and their corresponding plural forms). After removing redundant results, we obtained 838 articles from which 766 could be excluded by a title analysis because they did not address our research topic at all. From the remaining 72 articles, we excluded 57 by an abstract analysis, because they considered interactions merely as a marginal note, and they did not contribute substantially to the discussion of project interactions. In table 2, we present an overview of 15 articles, which provide the largest contribution to the problem of considering and modeling interactions in IT/IS PPS. In the following subsection, we discuss the most influential articles on project interactions. Thereby, we focus on the different types of interactions considered.

### 2.2 Results of the literature review

The article of Weingartner [27], published in 1966, can be considered as a seminal contribution to the discussion of project interactions and their modeling in PPS from a capital budgeting point of view. Using the net present value, Weingartner suggests a single-criteria objective function and linear programming, quadratic integer programming, and dynamic programming as suitable modeling approaches. Particularly, the author discusses the possibility to postpone projects and suggests to model them as a set of *mutual exclusive* projects, from which at most one can be selected at a time. Further, “when acceptance of one proposal is dependent on acceptance of one or more other proposals” [27], Weingartner denotes this as *contingency* and suggests to combine such projects into *compound projects*. In addition, Weingartner denotes “the additional benefits from selecting two projects” [27] as *pair-wise second-order effects*. In the context of R&D projects, Weingartner also discusses interdependent investments with probabilistic returns.

In the 1970s and the 1980s, most approaches that can be found in the literature address the field of R&D PPS and make use of single-criteria objective functions. From these approaches, especially the articles of Aaker et al. [1] and Gear et al. [13] have to be mentioned. In 1978, Aaker et al. [1] present a model for project selection of interdependent R&D projects. In their article, the authors classify three basic types of interactions among R&D projects and incorporate them into an expected value model. They distinguish between *overlap in project resource utilization*, *technical interdependencies*, and *effect interdependence*. Overlap in project resource utilization is described as a positive cost synergy resulting from shared resources. The authors speak of technical interdependencies, if “the success or failure of one project significantly enhances or retards the

<sup>3</sup>The resulting set of journals also covers the top 10 journals of two other rankings of information systems and business computing journals (see [22] and [24]).

Rank	Lowry et al. [20]	Barmana et al. [5]	Kwak et al. [16]
1	Management Information Systems Quarterly	Journal of Operations Management	Project Management Journal
2	Information Systems Research	Production and Operations Management	International Journal of Project Management
3	Journal of Management Information Systems	<b>Management Science</b>	
4	<b>Management Science</b>	<b>Decision Sciences</b>	
5	Communications of the ACM	<b>Operations Research</b>	
6	<b>Decision Sciences</b>	IIE Transactions	
7	Decision Support Systems	<b>Harvard Business Review</b>	
8	IEEE Transactions	International Journal of Production Research	
9	Information and Management	Interfaces	
10	ACM Transactions	International Journal of Operations and Production Management	
11	European Journal of Information Systems	Naval Research Logistics	
12	Journal of the Association for Information Systems	European Journal of Operational Research	
13	Information Systems Journal	Production and Inventory Management	
14	Organization Science	International Journal of Production Economics	
15	<b>Harvard Business Review</b>	Omega	
16	Journal on Computing	Journal of Operational Research Society	
17	<b>Operations Research</b>	Journal of Purchasing and Materials Management	
18	Journal of Strategic Information Systems	Academy of Management Journal	
19	Journal of Information Systems	Computers and Operations Research	
20	Information and Organization	Academy of Management Review	

Table 1: Journals used in our literature review (duplicates in bold letters)

progress of other projects” [1]. Effect interdependence occurs, if “projects are such that their value contributions or payoffs are non-additive” [1]. Basically, these types of interactions constitute the nucleus for several refinements and extensions by other authors in subsequent articles.

Later in 1980, Gear et al. extend the scope of interactions among R&D projects by dividing the factors that can cause interactions among R&D projects into *internal* and *external* factors. These factors are defined as follows: “internal – or specific – interdependencies arise from factors unique to particular pairs or subsets of the project set, whereas external interdependencies arise over time from overall social and economic changes which have effects that cut across many, if not all, subsets of the project set” [13]. By this, Gear et al. introduced risk factors that have an impact on interactions and subsequent effects on the expected value of the project portfolio. The authors provide a multi-stage resource allocation optimization model focusing solely on the effects of external interdependencies.

Since the 1990s, increasingly multi-criteria approaches for PPS problems are presented in the literature as well as few articles which address the field of IT/IS PPS. From these IT/IS related articles, especially the articles of Santhanam

et al. [25] and Bardhan et al. [4] have to be mentioned.

Santhanam et al. emphasize, that – besides many similarities between R&D and IT/IS PPS – the restriction of prior R&D approaches to consider only pairwise interactions is not sufficient for IT/IS PPS. According to the authors, “there exists a great amount of sharing hardware and software resources among various IS applications” [25] and therefore, interactions among more than two projects have to be considered. Similar to [1], Santhanam et al. divide interactions among IT/IS projects into *resource*, *technical* and *benefit interdependencies*. “Resource interdependencies arise because of sharing of hardware and software resources among various IS projects such that the implementation of two or more related projects will require less resources than if they were implemented separately” [25]. “Benefit interdependencies occur when the total benefits [...] derived from implementing two related projects increase due to their synergistic effect” [25]. Further, if “the development of an IS necessitates the development of a related project” this is denoted as *technical interdependency*. Santhanam et al. formulate a nonlinear 0-1 programming problem and present a generalized objective function which accounts for the discussed interactions among more than two projects.

Bardhan et al. [4], in 2004, distinguish between *hard dependencies* and *soft dependencies* as well as *interdependencies* among IT/IS projects. Hard dependencies are present, if “a project cannot be implemented if its predecessor project has not been implemented.” [4]. The authors refer to *soft dependencies*, if “a project may be implemented without its predecessor, but its value is reduced.” [4]. *Interdependencies* are described as “interactions between capabilities that are shared or leveraged among IT projects in a portfolio” [4]. The authors present a real options model that focuses on the consideration of hard and soft dependencies among IT/IS projects in *current* and *future* project portfolios.

As briefly discussed above and specifically illustrated in table 2, numerous approaches exist in the literature that consider project interactions by some means, but there is little consistency in the terminologies used. Often, the same terminology is used to describe differing types of interactions, or related types of interactions are denoted by diverging terminologies. For example, Santhanam et al. [25] refer to *technical interdependencies* “if one project necessitates the implementation of a related project” [25], whereas Aaker et al. [1] refer to *technical interdependencies* “when the success or failure of one project significantly enhances or retards the progress of other projects” [1]. Additionally, if the conduction of related projects requires less resources than it would have if the projects were conducted separately, Nelson [23] denotes this as *overlap interdependency*, whereas Lee et al. [17] call this type of interaction *resource interdependency*. Further, in numerous approaches, only a subset of the discussed interactions are considered in the actual modeling approaches (see table 2).

Different modeling approaches are based on a variety of diverse modeling assumptions. These assumptions strongly influence both which types of interactions are considered and how these types of interactions are considered within PPS approaches in the literature. In the following section we discuss three major dimensions of modeling assumptions as indicated by the results of our literature review. Subsequently, we position our framework with respect to the discussed dimensions.

### 2.3 Dimensions of IT/IS PPS in the presence of project interactions

The interactions identified in the literature review generally can be categorized into interactions that just affect the planning decision of the actual portfolio (e.g. interactions among scarce resources required in more than one project) and interactions that influence the decision-making today based on potential follow-up projects in future runs of project portfolio planning. In the following, the first kind of interactions is referred to as *intratemporal interactions* (e.g. addressed by [13]), whereas the second kind is denoted as *intertemporal interactions* (e.g. considered by [4]). This distinction provides the first of the dimensions illustrated in figure 1.

The second dimension is concerned with the assumption about just one or multiple future states of the world. Hence, this dimension addresses the assumption of certainty or uncertainty embedded in the relevant planning parameters. In the first case, all parameters of interest (e.g. project success or resource consumption) are assumed to be known with

certainty or have been estimated as a single value (e.g. by using the expected value) at the time the actual portfolio is planned. We denote this as *deterministic*<sup>4</sup>. In the second case, several factors may influence e.g. a project’s benefits or costs. This results in uncertain parameters that are subject to some kind of probability distribution (e.g. as in [21]). Therefore, if uncertainty is explicitly considered within an approach, we denote this approach as *stochastic* (see figure 1).

As mentioned by Archer et al. [2], “many portfolio selection techniques do not consider the time-dependent resource requirements of projects, and most implicitly assume that all projects selected will start immediately”. Under this assumption, the actual planning horizon is assumed to be a *single point in time*, and possible *scheduling constraints* among projects are neglected during the selection process (as e.g. in [12] or [25]). In some recent approaches, the planning horizon is considered to be a time period of a distinct length (as e.g. in [21]). In these approaches, *scheduling constraints* among projects as well as distinct types of interactions are considered.

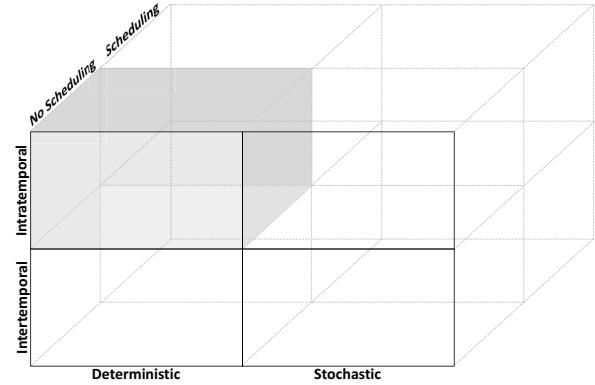


Figure 1: Dimensions of IT/IS PPS in the presence of project interactions

According to our findings and in line with Archer et al. [2], most of the articles identified in the literature solely consider intratemporal interactions and do not address scheduling constraints among projects.

Because of the diversity in the terminology particularly among the group of articles focusing on intratemporal interactions and the difficulty in adequately considering interactions already in this relatively well-defined setting, in a first step, we focus on the identification and description of intratemporal interactions without considering scheduling constraints among projects. Further, we refer to the deterministic case described above (this corresponds to the highlighted cubicle in figure 1) since that constitutes a prerequisite in order to discuss also the stochastic case.

To our best knowledge no contribution exists, which classi-

<sup>4</sup>An expected value may implicitly consider multiple future states of the world. Yet, if the use of the same expected value as a model parameter leads to the identical optimization results, we still denote this model as deterministic.

Article	Year	Journal	Application	Mentioned types of interactions	Explicit modeling provided	Objective function
Weingartner [27]	1966	MS	General projects / Capital budgeting	Mutual exclusivity Contingent/Compound projects Pair-wise second order effects	yes yes yes	Single-criteria
Aaker et al. [1]	1978	IEEEET	R&D projects	Interrelation in success probability Overlap in project resource utilization Technical interdependencies Effect interdependence	yes yes yes yes	Single-criteria
Gear et al. [13]	1980	DS	R&D projects	(Internal) Resource interdependencies (Internal) Benefit interdependencies External interdependencies	no no yes	Single-criteria
Fox et al. [12]	1984	MS	R&D projects	Cost/Resource utilization interactions Outcome, technical or probability interactions Impact interactions Present Value interactions	no no no yes	Single-criteria
Nelson [23]	1986	EJOR	Manufacturing Systems	Overlap interdependencies Technical interdependencies Effect interdependencies	yes yes yes	Single-criteria (aggregated)
De Maio et al. [8]	1994	EJOR	New Product Development	Resource interdependencies (Input/Output) Commonality interdependencies (Input/Output) System integration interdependencies (Input/Output) Technological prerequisites (Input/Output) Market interactions	yes yes yes yes yes	Multi-criteria
Santhanam et al. [25]	1996	EJOR	IT/IS projects	Resource interdependencies Benefit interdependencies Technical interdependencies	yes yes yes	Single-criteria
Lee et al. [17]	2001	IJPM	IT/IS projects	Technical interdependencies Resource interdependencies Benefit interdependencies	yes yes yes	Multi-criteria
Klapka et al. [15]	2002	EJOR	R&D and IS projects	Synergistic effects Contingency between projects Benefit interdependencies Risk interactions	yes yes yes no	Multi-criteria
Bardhan et al. [4]	2004	JMIS	IT/IS projects	Soft dependencies Hard dependencies Interdependencies	yes yes yes	Single-criteria
Cho et al. [7]	2004	EJOR	R&D projects	Cost interaction effects Positive synergy interaction effects Technology interaction effects Synergy effects Cannibalism effects	no no yes yes yes	Multi-criteria
Doerner et al. [9]	2006	EJOR	R&D projects	Resource interactions (Competitive/Complementary) Benefit interactions Outcome interactions	yes yes yes	Multi-criteria
Eilat et al. [10]	2006	EJOR	R&D projects	Resource interdependencies Benefit interdependencies Technical interdependencies	no no no	Multi-criteria
Medaglia et al. [21]	2007	EJOR	R&D projects	Mutual exclusivity Synergetic-/ Cannibalization effects Follow-up projects	yes yes yes	Multi-criteria
Liesiti $\frac{1}{2}$ et al. [19]	2008	EJOR	General projects			

Table 2: Interactions in the literature in chronological order

fies the types of interactions discussed in the literature and which provides a unified terminology and structure for intratemporal, deterministic project interactions in the context of IT/IS projects. The resulting framework provides a good starting point to extend our work with respect to the dimensions described above, which will be subject to further research.

### 3. FRAMEWORK

A constituting characteristic of *IT/IS projects* is that they comprise substantial changes in the information and communication system of an organization. These changes occur as a result of a transformation process in which certain inputs are transformed into pre-defined outputs. The inputs – or resources (including e.g. technologies, workforce, and equipment) – needed to conduct a project in general induce monetary costs, whereas the outputs produced can be interpreted as services (e.g. a webshop functionality or a new reporting system) that can deliver direct monetary benefits (by e.g. selling them<sup>5</sup>), indirect benefits (by e.g. granting competitiveness or improving business process efficiency), or provide a basis and become resources for other projects (e.g. infrastructure services)<sup>6</sup>. Therefore, we distinguish between the *transformation level* and the *economic effect level* (see figure 2<sup>7</sup>). We denote the effect an interaction causes on the economic effect level as *interaction effect*. In cases where an interaction restricts the number of feasible portfolio choices (e.g. if projects must not be selected together for some reason), we denote this as *constraint effect*.

In the following, we classify intratemporal interactions among IT/IS projects identified in the literature with respect to the transformation level and the economic effect level within a deterministic context. Interactions and constraint effects can only occur on the transformation level, whereas interaction effects purely take effect on the economic effect level. Among resources and outputs, three types of interactions can occur. *Resource-Resource interactions* arise solely among the resources, whereas *Output-Output interactions* occur just among the projects' outputs. *Output-Resource interactions* occur among the outputs and the resources. To keep it simple in a first step, on the economic effect level we distinguish just between (monetary) *costs* and (monetary) *benefits*<sup>8</sup>. In the following, along with a description for each of the different types of interactions, we provide a short example and discuss the specific forms this particular type of interaction can adopt, as well as the effects this interaction is expected to have. Further, in table 3 we provide an assignment of the contributions found in the literature to the different types of interactions, if the considered interaction in a contribution in substance corresponds to our understanding.

<sup>5</sup>This is, however, not our typical view of an IT/IS project. Still, a project's output may turn out to be so beneficial that an organization decides to sell the service in the market.

<sup>6</sup>When we speak of benefits, we speak of net benefits including possible costs evoked e.g. by maintenance.

<sup>7</sup>In figure 2, the numberings at the arrows representing the types of interactions correspond to the numberings provided along with the descriptions of the corresponding interactions in this section.

<sup>8</sup>It would be comparably easy, though, to include multi criteria instead of just benefits as objectives, but we feel that there is no additional value to it at this point of the reasoning.

### 3.1 Resource-Resource interactions

#### Competitive resource utilization interactions (1a)

*Description:* Projects require the same resource and therefore the amount of resource required for the joint implementation of the related projects is greater than the sum of the resources required if the projects would have been implemented separately.

*Example:* A staff member shared among different projects may need some time to mentally switch between the projects. This may result in set-up costs which could have been saved if the staff member would only be employed in one project at a time.

*Forms of appearance:* This interaction affects all related projects in some way, which we denote as symmetric.

*Interaction effect:* Costs increase. Due to diseconomies of scale in the resource utilization, additional resources may have to be procured to conduct the related projects.

*Constraint effect:* In case scarce resources may not be made available, such interactions may also inhibit the selection of distinct projects.

#### Complementary resource utilization interactions (1b)

*Description:* Projects require the same resource and therefore the amount of resource required for the joint implementation of the related projects is less than the sum of the resources required if the projects would have been implemented separately.

*Example:* A staff member shared among different projects may benefit from his knowledge of a specific programming language required in more than one project. This may reduce the effort and working time (e.g. due to learning effects) needed by this staff member.

*Forms of appearance:* This interaction affects all related projects in some way, which we denote as symmetric.

*Interaction effect:* Costs decrease due to economies of scale.  
*Constraint effect:* None.

Apparently, the types of interaction presented above result in similar interaction effects, merely affecting the costs in different directions. For further modeling purposes they may be subsumed by the term *resource utilization interactions*.

### 3.2 Output-Output interactions

#### Competitive output interactions (2a)

*Description:* In the outputs of two or more projects there is an overlap in the provided services.

*Example:* The implementation of two distinct Enterprise Resource Planning (ERP) systems in an organization will result in redundant functionality.

*Forms of appearance:* Can be either symmetric, so that all projects in this relationship are affected, or asymmetric, so that a project influences other projects, but is not influenced by the other projects itself. As a special symmetric form of this interaction, projects can become mutually exclusive<sup>9</sup> (as

<sup>9</sup>The simultaneous conduction of two or more interrelated projects may lead to a situation where the projects technically could be conducted in parallel, but become "economically

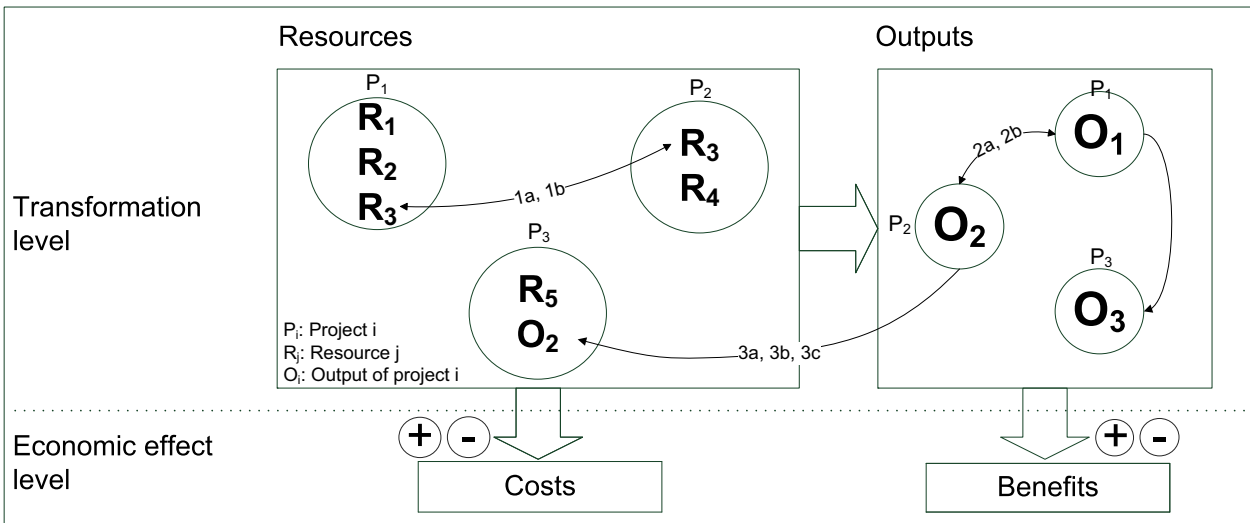


Figure 2: Interactions and their effects in IT/IS project portfolios

in the example above).

**Interaction effect:** Benefits decrease (in the symmetric or asymmetric case).

**Constraint effect:** Restricts the solution space in the mutual exclusive case, otherwise none.

#### Complementary output interactions (2b)

**Description:** The services produced as outputs of two or more projects complement each other in a way that the combined services consumption constitutes a new, enhanced service.

**Example:** A calendar functionality and an address book functionality as outputs of two projects are two distinct services that may be used separately. However, if offered in an organization in a bundle, the calendar entries (e.g. meetings) may be enriched with address book information (location, phone number etc.). And the address book functionality may be enriched by providing the information about the latest meetings with each person in the address book. This may constitute a new or at least enhanced service from the point of view of the user.

**Forms of appearance:** Can be either symmetric, so that all projects in this relationship are affected (as in the example above), or asymmetric, so that a project influences other projects, but is not influenced by other projects itself.

**Interaction effect:** Benefits increase due to economies of scope.

**Constraint effect:** None.

### 3.3 Output-Resource interactions

This type of resource interaction can be intratemporal as well as intertemporal. In the following, we only consider intratemporal Output-Resource interactions (among projects *within the same* portfolio), while intertemporal Output-  
cally" mutual exclusive. For modeling purposes it still seems favorable to consider this being a constraint effect.

Resource interactions (among *multiple consecutive* portfolios) will be the subject of future work. For intratemporal Output-Resource interactions, we assume for that the Output of a project has to be available at the time the dependent project is completed. Thereby, scheduling within a portfolio is neglected for simplification.

#### Binary contingency interaction (3a)

**Description:** A project cannot stand alone and requires the outputs of other projects as mandatory resources.

**Example:** The implementation of an ERP system may require the installation of computer hardware to be completed, whereas the hardware can be installed without the ERP system.

**Forms of appearance:** Is asymmetric, so that a project's output is required as a mandatory resource by other projects, but is not influenced by other projects itself.

**Interaction effect:** None.

**Constraint effect:** Necessitates the selection of distinct projects if related projects are selected.

#### Continuous competitive contingency interactions (3b)

**Description:** An influenced project may stand alone, but the outputs of related projects deteriorate the resource requirements/utilization of the influenced project.

**Example:** A project implements new reporting guidelines for projects resulting in increased reporting efforts per project and thereby reduced available working time for project team members.

**Forms of appearance:** Is asymmetric, so that a project influences other projects, but is not influenced by the other projects itself.

**Interaction effect:** Costs increase.

**Constraint effect:** May inhibit the selection of distinct projects, if related projects are selected.

### Continuous complementary contingency interaction (3c)

*Description:* An influenced project may stand alone, but the outputs of projects with interactions to the influenced project improve the resource requirements/utilization of the influenced project.

*Example:* A project implements new reporting guidelines for projects that provide more transparency in the staffing of projects. This results in a more efficient assignment of team members to projects.

*Forms of appearance:* Is asymmetric, so that a project influences other projects, but is not influenced by the other projects itself.

*Interaction effect:* Costs decrease.

*Constraint effect:* None.

## 3.4 Discussion

Table 3 provides an assignment of the interactions and the corresponding contributions identified in the literature to the different types of interactions described above. If the description provided for an interaction in an article semantically matches our understanding for this type of interaction, the contribution is allocated to the column marked as “Completely”. If there is an overlap between the semantic concept described in an article and our definition, but the description leaves considerable freedom for further (different) interpretations, we assigned that article to the column “partly”. Articles which do not provide a description or definition of a type of interaction at all or which leave too much freedom for interpretation are not included in table 3.

As illustrated by table 3, *complementary resource utilization interactions* appear to be relatively well recognized in the literature. This does not seem to apply to *competitive resource utilization interactions*. We suppose that this is – at least partially – attributable to the circumstance that positive effects resulting from resource sharing seem to be recognized more intuitively than negative effects. Yet, disregarding these negative effects may lead to the underestimation of the overall portfolio costs. In the worst case, if the over-utilization of a critical resource (e.g. an employee with a unique skill set working at maximum capacity) is neglected, this may result in an infeasible portfolio choice. In line with [25], we think that the identification and assessment of interactions among (at least some) typical IT/IS resources (as e.g. hard- and software) is comparably well supported by the literature, for example by estimation techniques for software reusability.

In the case of *Output-Output interactions*, a number of approaches can be found that either consider *complementary* or *competitive output interactions*. Nevertheless, only few contributions explicitly combine both of these types of interactions in their modeling approaches (e.g. [10], [19]). In our perception, the identification and assessment of Output-Output interactions generally inhere an increased level of difficulty in comparison to Resource-Resource interactions. These difficulties have to be tackled in future research to avoid an over-/underestimation of the portfolio benefits.

*Output-Resource interactions* are considered either in the form of *binary contingency*, or typically seem to be recog-

nized in the literature with respect to temporal or stochastic considerations.

Utilizing the presented framework, a decision-maker may be better able to identify the different types of interactions prevalent in her IT/IS project environment. In conjunction with table 3, the decision-maker may also select the most appropriate optimization model from the literature to consider these specific types of interactions. Generally, the article of Eilat et al. [10] exhibits the largest intersections with the superset of interactions identified and described in this article. However, the model presented in [10] solely considers interactions among pairs of projects and therefore seems to be of limited use for some IT/IS PPS problems ([14], [25]). Still, due to the adoption of the *everything as a service* (XaaS) paradigm [18], hard- and software are becoming increasingly available as services that can be bought on the market based on the actual demand. This might reduce the importance of resource sharing and thus reduce the importance of higher-order interaction effects with respect to resources in the future.

## 4. CONCLUSIONS

Adequately considering interactions among IT/IS projects is an important requirement for value-based IT/IS PPS. In order to have a starting point for the development or selection of adequate optimization models, we accomplished a comprehensive literature review. Along with Benaroch and Kauffman who state that “A major challenge for IS research lies in making models and theories that were developed in other academic disciplines usable in IS research and practice” [6] we found that some contributions in the *Production and Operations Management* discipline and in the *Project Management* discipline already provide very useful fundamentals for the description and modeling of these project interactions (see table 2 and section 2.2). But due to some unique characteristics of IT/IS PPS problems, they have to be adapted for an application in business practice. Furthermore, we also found a few articles in *Information Systems* journals, that already address some of these unique characteristics. Generally, it became apparent that the literature lacks a common terminology and common semantics with respect to project interactions. For a unification of the terminology and semantics of interactions in the context of IT/IS projects we identified three relevant classification dimensions of IT/IS PPS. Based on these dimensions and the results of the integrative literature review, we presented a framework that structures deterministic, intratemporal interactions and thereby provides valuable insights for decision-makers to identify interactions among IT/IS project proposals.

For researchers, the framework may serve as a starting point to both the extension of existing optimization models and the development of new ones that consider all of the identified interactions. Besides interaction and constraint effects, the next step will be to include also scheduling constraints into the framework. As a prerequisite, a classification scheme for resources and outputs has to be developed. For instance, while some resources may be shared others can only be consumed exclusively. This distinction will have an important impact on the setup of a modeling and optimization approach. Further, at this time the framework only

Description in article semantically corresponds to the classification used in the proposed framework				
Interaction	Completely		Partly	
Resource-Resource:				
Competitive Resource utilization			Resource interactions	[10]
			Cost/Resource utilization interactions	[12]
			(Internal) Resource interdependencies	[13]
Complementary resource utilization	Overlap in project resource utilization	[1]		
	Resource interdependencies	[17], [25]		
	Overlap interdependencies	[23]		
			(Input/Output) Commonality interdependencies	[8]
			Resource interactions	[10]
			Cost/Resource utilization interactions	[12]
			(Internal) Resource interdependencies	[13]
			Synergetic effects	[19]
Output-Output:				
Competitive output	Competitive benefit interactions	[10]	Effect interdependencies	[1]
			Impact interactions	[12]
			(Internal) Benefit interdependencies	[13]
			Cannibalism effects	[19]
			Mutual exclusive projects	[27]
Complementary output	(Complementary) Benefit interactions	[10]		
	Benefit interdependencies	[17], [25]		
	Effect interdependencies	[23]		
			Synergetic effects	[19]
			Pair-wise second order effects	[27]
Output-Resource:				
Binary contingency	Technical interdependencies	[21], [25]		
	Contingent/Compound projects	[27]		
Continuous competitive contingency			Technical interdependencies	[1],[17]
			Outcome interactions	[10]
			Outcome, technical or probability interactions	[12]
Continuous complementary contingency	Technical interdependencies	[23]	Technical interdependencies	[1],[17]
			Outcome interactions	[10]
			Outcome, technical or probability interactions	[12]

**Table 3: Semantical and terminological comparison of interactions in the literature**



accounts for deterministic parameters and does not consider uncertainty and the potential for risk diversification. This will be also the subject of further research. In addition, the detailed assessment of each of the identified interactions – especially among more than two projects – can become very expensive in business practice. This investment is obviously only justified, if the benefits outweigh the costs. Therefore, it has to be assessed empirically, which of the identified types of interactions typically have a major impact on the actual PPS and which can be neglected. Finally, intertemporal interactions shall also be included into the framework.

## 5. REFERENCES

- [1] D. Aaker, T. Tyebjee, and T. Tyzoon. A model for the selection of interdependent R&D projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 25:30–36, 1978.
- [2] N. P. Archer and F. Ghasemzadeh. An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*, 17:207–216, 1999.
- [3] R. D. Archibald. *Managing High-Technology Programs and Projects*. Wiley, 1992.
- [4] I. Bardhan, S. Bagchi, and R. Sougstad. Prioritizing a Portfolio of Information Technology Investment Projects. *Journal of Management Information Systems*, 21:33–60, 2004.
- [5] S. Barmana, M. D. Hannab, and R. L. LaForge. Perceived relevance and quality of POM journals: a decade later. *Journal of Operations Management*, 19:367–385, 2001.
- [6] M. Benaroch and R. J. Kauffman. A case for using Real Options Pricing Analysis to evaluate Information Technology Project Investments. *Information Systems Research*, 10:70–86, 1999.
- [7] K.-T. Cho and C.-S. Kwon. Hierarchies with dependence of technological alternatives: A cross-impact hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 156:420–432, 2004.
- [8] A. De Maio, R. Verganti, and M. Corso. A multi-project management framework for new product development. *European Journal of Operational Research*, 78:178–191, 1994.
- [9] K. F. Doerner, W. J. Gutjahr, R. F. Hartl, C. Strauss, and C. Stummer. Pareto ant colony optimization with ILP preprocessing in multiobjective project portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 171:830–841, 2006.
- [10] H. Eilat, B. Golany, and A. Shtub. Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology. *European Journal of Operational Research*, 172:1018–1039, 2006.
- [11] P. Fettke. State-of-the-Art des State-of-the-Art. *Wirtschaftsinformatik*, 48:257–266, 2006.
- [12] G. E. Fox, N. R. Baker, and J. L. Bryant. Economic Models for R and D Project Selection in the Presence of Project Interactions. *Management Science*, 30:890–902, 1984.
- [13] T. E. Gear and G. C. Cowie. Modeling project interdependencies in research and development. *Decision Sciences*, 11:738–748, 1980.
- [14] S. B. Graves and J. L. Ringuest. *Models & Methods for Project Selection: Concepts from Management Science, Finance and Information Technology*. Springer, Berlin, 2003.
- [15] J. Klapka and P. Pinos. Decision support system for multicriterial R&D and information systems projects selection. *European Journal of Operational Research*, 140:434–446, 2002.
- [16] Y. H. Kwak and F. T. Anbari. Analyzing project management research: Perspectives from top management journals. *International Journal of Project Management*, 27:435–446, 2009.
- [17] J. W. Lee and S. H. Kim. An integrated approach for interdependent information system project selection. *International Journal of Project Management*, 19:111–118, 2001.
- [18] A. Lenk, M. Klems, J. Nimis, S. Tai, and T. Sandholm. What's inside the Cloud? An architectural map of the Cloud landscape. In *Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Software Engineering Challenges of Cloud Computing*, pages 23–31, 2009.
- [19] J. Liesiö, P. Mild, and A. Salo. Robust portfolio modeling with incomplete cost information and project interdependencies. *European Journal of Operational Research*, 190:679–695, 2007.
- [20] P. B. Lowry, D. Romans, and A. Curtis. Global Journal Prestige and Supporting Disciplines: A Scientometric Study of Information Systems Journals. *Journal of the Association for Information Systems*, 5:29–77, 2004.
- [21] A. L. Medaglia, S. B. Graves, and J. L. Ringuest. A multiobjective evolutionary approach for linearly constrained project selection under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 179:869–894, 2007.
- [22] N. A. Mylonopoulos and V. Theoharakis. Global Perceptions of IS Journals. *Communications of the ACM*, 44:29–33, 2001.
- [23] C. A. Nelson. A scoring model for flexible manufacturing systems project selection. *European Journal of Operational Research*, 24:346–359, 1986.
- [24] R. K. Rainer and M. D. Miller. Examining differences across journal rankings. *Communications of the ACM*, 48:91–94, 2005.
- [25] R. Santhanam and G. J. Kyparisis. A decision model for interdependent information system project selection. *European Journal of Operational Research*, 89:380–399, 1996.
- [26] M. J. Schniederjans and R. Santhanam. A multi-objective constrained resource information system project selection method. *European Journal of Operational Research*, 70:244–253, 1993.
- [27] H. Weingartner. Capital Budgeting of interrelated Projects: Survey and Synthesis. *Management Science*, 12:485–516, 1966.
- [28] S. Zimmermann. Governance im IT-Portfoliomanagement - Ein Ansatz zur Berücksichtigung von Strategic Alignment bei der Bewertung von IT. *Wirtschaftsinformatik*, 50:357–365, 2008.

<sup>10</sup>Mutual exclusivity represents a special type of competitive output interactions as described in section 3.3.

# Untersuchung der praktischen Anwendbarkeit des IS-Erfolgsmodells von DeLone und McLean

Markus Neumann, Jon Sprenger, Arkadius Gemlik, Michael H. Breitner

Institut für Wirtschaftsinformatik der Leibniz Universität Hannover

Königsworther Platz 1, 30167 Hannover

{neumann | sprenger | gemlik | breitner}@iwi.uni-hannover.de

## ABSTRACT (ZUSAMMENFASSUNG)

Weitgehend unbestritten besteht ein wertschöpfendes Potenzial von Informationssystemen. Die Messung und Bestimmung von Wirkungszusammenhängen gilt jedoch als Herausforderung. Das Modell zur Erfolgsmessung von Informationssystemen von DeLone und McLean leistet dabei einen Beitrag, ist in der Forschung verbreitet und wird umfassend diskutiert. Die Praxisrelevanz ist dagegen nur unzureichend untersucht. Die Wirtschaftsinformatik als angewandte Forschungsdisziplin fordert den Nachweis des praktischen Nutzens der wissenschaftlichen Artefakte. Die Zielsetzung dieses Aufsatzes ist die Prüfung der Praxisrelevanz sowie der praktischen Anwendbarkeit des Modells von DeLone und McLean. Das Ergebnis der durchgeführten, zweistufigen empirischen Untersuchung ist eine bedingte Praxisrelevanz und eine eingeschränkte praktische Anwendbarkeit. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wird ein mit einem Praxispartner gemeinsam erarbeitetes Konzept für die IS-Erfolgsmessung in der Praxis präsentiert, welches auf dem Modell von DeLone und McLean basiert.

## Keywords (Schlüsselwörter)

IS-Erfolg, IS-Erfolgsmessung, Modell von DeLone und McLean, Praxisrelevanz, praktische Anwendbarkeit, empirische Befragung, Fallstudie.

## 1. EINLEITUNG

Die Frage nach dem Wertbeitrag von Informationssystemen (IS) wird in der angloamerikanischen *Information Systems Research (ISR)* und der deutschsprachigen Schwesterdisziplin *Wirtschaftsinformatik (WI)* intensiv diskutiert. Auf verschiedenen Ebenen (u. a. Ökonomie, Industrie, Unternehmen, individuelle Anwendung) wird versucht, einen kausalen Zusammenhang zwischen IT-Ausgaben und Performance herzustellen – mit heterogenen Ergebnissen (u. a. [26]). Obwohl das wertschöpfende Potenzial von IS nicht mehr bestritten wird, bleibt zu klären, wie, wann und warum sich dieses im konkreten Einsatz realisieren lässt [19]. Die Dringlichkeit dieser Problematik wird durch regelmäßige Berichte über die Unzufriedenheit der Unternehmen mit den Ergebnissen ihrer IS-Investitionen (u. a. [14][45]) verdeutlicht.

Es existiert eine Vielzahl an Forschungspublikationen und theoretischen Modellen zur Erfolgsmessung von IS. Dennoch gelingt es

vielen Unternehmen nicht, den Erfolg der von ihnen eingesetzten IS messen oder zielgerichtet beeinflussen zu können [15][37]. Es ist davon auszugehen, dass es bisher nur ungenügend gelungen ist, die Forschungsergebnisse in praktische Lösungsansätze zu transformieren. Hinsichtlich der erzielten Forschungsergebnisse stellt sich die Frage nach der Praxisrelevanz. Ohne praxisrelevante Ergebnisse allerdings ist die Daseinsberechtigung der Forschung in Frage gestellt, weil diese keinen oder nur einen geringen Einfluss außerhalb der akademischen Gemeinschaft hat [6][35].

Theoretische Modelle der IS-Erfolgsforschung haben einen wichtigen Beitrag dazu geleistet, wesentliche Determinanten eines erfolgreichen Einsatzes von IS im Unternehmen aufzuzeigen sowie den IS-Erfolg aus verschiedenen Perspektiven zu definieren und zu messen. Die inhaltliche Validierung dieser Modelle erfolgte in zahlreichen quantitativ-empirischen Analysen ([4][16][32]). Das IS-Erfolgsmodell von *DeLone und McLean* [6][7] ist in der Forschung weit verbreitet und hat wesentlich zum Fortschritt auf diesem Gebiet beigetragen. Das Modell wird intensiv diskutiert und empirisch geprüft. Zudem verwenden es Forscher als Grundlage bei der Bildung von erweiterten oder angepassten Modellen (z. B. [15][32][41]). Die wissenschaftliche Rigorosität der IS-Erfolgsmessung wurde bereits umfassend analysiert [27]. Die wichtige Fragestellung der praktischen Relevanz ist dagegen bisher nur unzureichend untersucht worden [2][35][48].

Ziel dieses Aufsatzes ist zunächst die Prüfung der Praxisrelevanz des IS-Erfolgsmodells. In der gestaltungsorientierten WI existieren verschiedene Methoden zur Evaluation von Forschungsartefakten. Vielfach sind diese speziell für einen individuellen Gestaltungsprozess konzipiert und fokussieren auf die Untersuchung bzw. Erhöhung der Rigorosität [34]. Der WI-Forschung wird generell Praxisrelevanz zugesprochen, weswegen diese zumeist nicht explizit thematisiert wird. Eine nur unzureichende Praxisrelevanz ist dagegen ein Kritikpunkt an der ISR-Forschung und Ausgangspunkt einer umfassenden Diskussion. Im Rahmen dieser Diskussion wurden Kriterien zur Beurteilung der Relevanz eines Forschungsbeitrags erarbeitet [17], die in der von *Rosemann und Vessey* entwickelten Methode des Applicability Check [35] verwendet werden. Diese wissenschaftlich erprobte Methode [36] ermöglicht eine systematische Untersuchung der Praxisrelevanz existierender wissenschaftlicher Artefakte und ist daher ein geeignetes Instrument zur Verfolgung der genannten Zielsetzung.

Aufbauend auf der Prüfung der Praxisrelevanz gilt es, die praktische Anwendbarkeit des Modells zu testen [35]. Im Rahmen einer Fallstudie wird die praktische Anwendbarkeit des Modells gemeinsam mit einem Praxispartner analysiert. Dabei sind Barrieren der praktischen Anwendbarkeit zu identifizieren sowie im Anschluss Lösungsansätze zu erarbeiten.

Folgende Forschungsfragen wurden gestellt und verfolgt:

1. Besitzt das IS-Erfolgsmodell Praxisrelevanz?
2. Besteht eine praktische Anwendbarkeit des IS-Erfolgsmodells?
3. Wie lässt sich das IS-Erfolgsmodell nutzenstiftend für die betriebliche Problemsituation der IS-Erfolgsmessung einsetzen?

Dieser Aufsatz ist folgendermaßen strukturiert. Kapitel 2 erläutert das Forschungsdesign sowie die methodische Vorgehensweise der empirischen Befragung und der Fallstudie. Kapitel 3 schafft die theoretische Grundlage dieses Aufsatzes, indem verschiedene Perspektiven des IS-Erfolgs definiert und das IS-Erfolgsmodell sowie Kritik an diesem dargestellt werden. Kapitel 4 präsentiert die Ergebnisse der Befragung sowie der Fallstudie. Aus diesen abgeleitet gibt Kapitel 5 Handlungsempfehlungen für die praktische Anwendung des IS-Erfolgsmodells. Kapitel 6 fasst die Beantwortung der Forschungsfragen zusammen und beschreibt den Wertbeitrag der Untersuchung zum Forschungsfeld.

## 2. METHODISCHE VORGEHENSWEISE

### 2.1 Forschungsdesign

Der von *Rosemann und Vessey* für die Prüfung der Praxisrelevanz wissenschaftlicher Artefakte entwickelte Applicability Check sieht eine Analyse in Bezug auf die drei Dimensionen Wichtigkeit, Zugänglichkeit und Tauglichkeit (Tabelle 1) vor. Als Vorgehensweise werden qualitativ-empirische Diskussionen mit Praxisexperten empfohlen. Daher wurden zur Beantwortung der Frage nach der Praxisrelevanz des IS-Erfolgsmodells *Experteninterviews* [11][18][31] durchgeführt.

**Tabelle 1: Dimensionen des Applicability Check**  
Quelle: In Anlehnung an [35]

Dimension	Beschreibung
Wichtigkeit (Importance)	Wissenschaftliches Ergebnis/Artefakt behandelt aktuelles Praxisproblem und ist geeignet als Ausgangspunkt für mögliche Lösung
Zugänglichkeit (Accessibility)	Wissenschaftliches Ergebnis/Artefakt ist verständlich, leserlich und fokussiert auf Ergebnisse und weniger auf Forschungsprozess
Tauglichkeit (Suitability)	Wissenschaftliches Artefakt ist so aufbereitet, dass es den praktischen Bedürfnissen bzgl. einer sinnvollen Problemlösung entspricht

Zur Analyse der praktischen Anwendbarkeit ist innerhalb eines konkreten Anwendungskontextes zu beurteilen, wie das untersuchte Forschungsartefakt zur Lösung einer praktischen Problemstellung einzusetzen ist. Zu diesem Zweck wurde eine Fallstudie durchgeführt und untersucht, ob bzw. wie die in diesem Unternehmen identifizierten Probleme bei der Messung des IS-Erfolgs mithilfe des IS-Erfolgsmodells gelöst werden können.

### 2.2 Empirische Befragung

Die empirische Erhebung erfolgte im Zeitraum von Juni 2009 bis März 2010 [13]. Bei der Planung und Durchführung der Interviews wurden Richtlinien qualitativer Forschung ([18][46]) berücksichtigt. Durch die konkrete Fragestellung wurden ein fokussiertes Vorgehen sowie ein klar strukturiertes Auswahlverfahren der Experten realisiert. Um die Sichtweise dieser möglichst ganz-

heitlich zu erfassen, erfolgte der Einsatz teilstandardisierter Leitfäden [10]. Nach Beendigung eines jeden Gesprächs wurde ein Gesprächsprotokoll angelegt und die Interviews vollständig transkribiert. Zur Absicherung des wissenschaftlichen Aussagegehalts prüften die Autoren die Befragungsergebnisse auf Plausibilität und logische Widersprüche. Die Analyse und Interpretation der Befragungsergebnisse erfolgte durch drei an der Studie beteiligte Wissenschaftler (Interrater-Reliabilität: Fleiss' Kappa = 0,78), um den Subjektivitätsgrad zu reduzieren. Mittels einer Inhaltsanalyse [11] wurden die Interviewergebnisse zu den in Abschnitt 4.1 angeführten Aussagen verdichtet.

Als Experten gelten Personen, die über spezifische Kenntnisse in einem Bereich verfügen, welche nicht allgemein zugänglich sind [11][23]. Im Rahmen dieses Aufsatzes sind dies Personen aus verschiedenen Branchen und Tätigkeitsfeldern, die mindestens zehn Jahre Erfahrung in der IT-Praxis und darüber hinaus Kompetenzen im Bereich der IS-Erfolgsmessung aufweisen. Beabsichtigt war, ein möglichst breites Feld an fachlich versierten Persönlichkeiten einzubeziehen. Unter der Annahme, dass das IS-Erfolgsmodell ein Problem der Praxis adressiert, werden als Experten IT-Berater berücksichtigt, da diese Einfluss auf die Unternehmensaktivitäten im IT-Bereich haben. Zudem werden IT-Manager und CIOs involviert, da diese regelmäßig mit der Messung des IS-Erfolgs und/oder der Verantwortung eines Beitrags der Systeme zum Unternehmenserfolg konfrontiert werden.

Geeignete Ansprechpartner wurden mittels einer Internetrecherche identifiziert. Als Recherchequellen dienten die Internetseiten *xing.com*, *competence-site.de* und *brainguide.de*. Für eine Vorauswahl wurden Profile auf diesen Portalen nach definierten Begriffen durchsucht. Diese waren *Erfolg*, *Nutzen*, *Wertbeitrag*, *Mehrwert*, *Investition*, *Messung*, *Evaluation* sowie deren englische Übersetzung in Kombination mit *IT* und *IS*. Im Anschluss erfolgte eine Eingrenzung der Suchergebnisse anhand der genannten Experten-Definition. Insgesamt sind 156 potenzielle Interviewpartner mit der Anfrage um einen persönlichen Gesprächstermin kontaktiert worden. Es erfolgten insgesamt 50 Experteninterviews (Rücklaufquote 32 Prozent) mit einer Länge von ca. ein bis zwei Stunden. Dabei konnte sowohl in Bezug auf die Größe als auch auf die Branchenzugehörigkeit eine repräsentative, heterogene Zusammensetzung realisiert werden (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Zusammensetzung der Stichprobe (n = 50)**

Aspekt	Daten
Position	IT-Berater: 4 CIO: 28 Assistenz des CIO: 4 IT-Manager: 14
Unternehmensgröße (Beschäftigte)	0 - 5.000: 15 5.001 - 20.000: 17 > 20.000: 18
Branche	Beratung: 5 Finanzdienstleister: 8 Maschinen- und Anlagenbau: 9 Energie- und Technikleistungen: 6 Automobil: 5 Chemie und Pharma: 4 Produzierendes Gewerbe: 6 Sonstige Dienstleistungen: 7

Zur Erhöhung der Qualität sowie Aussagekraft der Befragungsergebnisse empfehlen *Rosemann und Vessey* die Bildung verschiedener Gruppen ([35], S. 17). Deshalb erfolgte eine Einteilung der Ansprechpartner bzgl. ihrer jeweiligen Vorkenntnisse bei der IS-Erfolgsmessung in zwei Gruppen (Tabelle 3). Basierend auf einem allgemeinen Fragebogen<sup>1</sup> wurden individuelle Interviewleitfäden abgeleitet und verwendet. Zusätzlich sind die Interviews in der Gruppe 1 von einem anderen Wissenschaftler als in der Gruppe 2 durchgeführt worden.

**Tabelle 3: Ziele der beiden Befragungsgruppen**

Gruppe	Zielsetzung
1 (n=42)	Vorgehensweise der IS-Erfolgsmessung in der Praxis; möglicher Einsatz wissenschaftlicher Artefakte; Verbreitung des IS-Erfolgsmodells
2 (n=8)	Möglicher Einsatz des IS-Erfolgsmodells in der Praxis; Barrieren einer Anwendbarkeit

In der ersten Gruppe wurden 42 Experten mit durchschnittlichen Vorkenntnissen allgemein hinsichtlich der Erfolgsmessung bei IS-Investitionen befragt. Thematisiert wurden dabei das Verständnis vom IS-Erfolg sowie die Vorgehensweise und der Reifegrad der IS-Erfolgsmessung in ihren jeweiligen Unternehmen. Außerdem wurde der Einsatz von wissenschaftlichen Artefakten, u. a. des IS-Erfolgsmodells, diskutiert und mögliche Barrieren identifiziert.

Basierend auf den Ergebnissen der ersten Befragung erfolgte in der zweiten Gruppe eine spezifische, vertiefende Erhebung mit acht weiteren Experten, die über sehr gute Vorkenntnisse hinsichtlich der IS-Erfolgsmessung verfügen. Diskutiert wurden insbesondere der Stellenwert der IS-Erfolgsmessung, die Bekanntheit des IS-Erfolgsmodells sowie mögliche Barrieren der Praxisrelevanz. Zusätzlich wurde erhoben, mit welchen Modellen IS-Erfolg unter Berücksichtigung welcher Faktoren gemessen wird, welche Probleme und Herausforderungen dabei bestehen und welche Entwicklungen für die Zukunft vermutet werden.

## 2.3 Fallstudie

Mit Hilfe der Fallstudienforschung lassen sich die komplexen Beziehungen und Gegebenheiten einer realen Unternehmenssituation tiefgehend analysieren ([31], S. 144; [51], S. 18). Durch die Datensammlung und -analyse erfolgt dabei eine induktive Theoriebildung [9]. Um der zweiten und dritten Forschungsfrage, ob und wie das IS-Erfolgsmodell im konkreten Unternehmenskontext anwendbar ist, nachzugehen, ist deshalb eine Fallstudienuntersuchung geeignet. Im Rahmen dieser Studie erfolgte die Zusammenarbeit mit einem global tätigen Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau. Das Unternehmen beschäftigt weltweit ca. 3.200 Mitarbeiter und hat seinen Hauptstandort in Deutschland. Der interne IT-Dienstleister des Unternehmens beschäftigt ca. 60 Mitarbeiter und ist für die weltweite Entwicklung und Betreuung der IT-Infrastruktur sowie der Anwendungssysteme zuständig.

Nach *Yin* existieren sechs nutzbare Datenquellen im Rahmen einer Fallstudienuntersuchung: Dokumente, Archiveinträge, Interviews, Artefakte, direkte Beobachtung und teilnehmende Beobachtung ([51], S. 101ff.). Im Rahmen der dargestellten Untersuchung erfolgte die Auswertung verschiedener Unternehmensdokumente. Weiterhin wurden zehn Interviews sowohl mit Business- als auch

IT-Managern mit einer Dauer von ca. ein bis zwei Stunden geführt. Darüber hinaus erfolgten Beobachtungen über die Teilnahme an Besprechungen und Projektsitzungen. Der Fokus der Untersuchung lag auf der Analyse des IST-Zustands bei der IS-Erfolgsmessung sowie der Beurteilung einer möglichen praktischen Anwendbarkeit des IS-Erfolgsmodells. Von den Interviews sowie von den Beobachtungen wurden Protokolle angefertigt.

An der Auswertung waren drei Wissenschaftler beteiligt, um eine möglichst hohe intersubjektivität zu erreichen. Die über eine Inhaltsanalyse zusammengefassten Ergebnisse wurden anschließend in einer Diskussionsrunde mit den beteiligten Wissenschaftlern diskutiert und verdichtet.

## 3. DAS IS-ERFOLGSMODELL

### 3.1 IS-Erfolg

Der IS-Erfolg wird in der Wissenschaft vielfältig definiert ([48], S. 364). Geschuldet ist diese Heterogenität primär vier Faktoren, anhand welcher sich die verschiedenen Perspektiven auf den IS-Erfolg beschreiben lassen (Tabelle 4; vgl. auch [30][38][48]).

**Tabelle 4: Faktoren der Perspektive des IS-Erfolgs mit beispielhaften Ausprägungen**

Faktor	Ausprägungen
Untersuchungsebene	Welt, Volkswirtschaft, Industrie, Unternehmen, Prozess/Bereich, Arbeitsplatz
Interessengruppe	Entwickler, Nutzer, Management
Messansatz	Blackbox-Ansatz, mehrdimensionaler Ansatz
Untersuchungsgegenstand	Individuelles IS, IS-Typ, alle IS eines Unternehmens

Der erste Faktor bezieht sich auf die Untersuchungsebene des IS-Erfolgs. Dabei werden vor allem die Ebenen *Welt*, *Volkswirtschaft*, *Unternehmen* und *individueller Arbeitsplatz* unterschieden (u. a. [2][19]). Teilweise werden zusätzlich noch eine Industrie-/Sektoren-Ebene sowie eine Prozess-/Bereichs-Ebene differenziert [30]. Für jede dieser Ebenen existiert eine Vielzahl an Studien, die versuchen, einen positiven Effekt von IS in Unternehmen nachzuweisen.

Als zweiter Faktor kommt hinzu, dass verschiedene Interessengruppen den IS-Erfolg unterschiedlich definieren [12][42][43]. Zu unterscheiden sind dabei u. a. die Definitionen der Entwickler, der Nutzer sowie die Perspektive des Managements [48]. Entwickler sehen den IS-Erfolg dabei eher in der Erfüllung von Termin-, Kosten- und Leistungsvorgaben. Wohingegen die IS-Nutzer diesen eher in der Verbesserung ihrer Arbeitsbedingungen und das Management des Unternehmens diesen primär in der Verbesserung der Unternehmensprofitabilität sehen.

Der dritte Faktor bezieht sich auf den Messansatz. Hierbei unterscheiden sich die Forschungsarbeiten nach der Art der Operationalisierung des IS-Erfolgs. Zum einen gibt es Ansätze, welche den IS-Erfolg anhand einzelner, vorwiegend finanzieller oder produktivitätsbezogener Kennzahlen messen (z. B. [5][33][47]). Dabei werden direkte Verbindungen zwischen IS-Investitionen und den gewählten Kennzahlen im Rahmen eines *Blackbox-Ansatzes* untersucht [30]. Zum anderen existieren Ansätze, die den IS-Erfolg als mehrdimensionales Konstrukt operationalisieren (z. B. [15][21][37]). Damit soll berücksichtigt werden, dass IS allge-

<sup>1</sup> Vgl. <http://www.iwi.uni-hannover.de/wi2011/Leitfaden.pdf>.

mein nur einen indirekten Einfluss über ihre konkrete Nutzung im Unternehmenskontext auf die Erfolgskennzahlen haben.

Der Untersuchungsgegenstand der jeweiligen Forschungsarbeiten lässt sich als vierter Faktor anführen [42]. Diesbezüglich gibt es Ansätze, die den Erfolg individueller IS (z. B. [16]), den Erfolg eines IS-Typs (z. B. Wissensmanagementsysteme [20]) oder gar den Erfolg aller IS eines Unternehmens untersuchen (z. B. [3]).

Unter Berücksichtigung der vier Faktoren ergeben sich viele mögliche Perspektiven des IS-Erfolgs. Dies ist ursächlich für die Entwicklung diverser, z. T. sehr unterschiedlicher Verfahren und Studien zur Messung des IS-Erfolgs ([6], S. 61). Einen Überblick bieten u. a. [6][7][28][48]. Aufgrund dieser verschiedenen Ebenen, Sichtweisen, Ansätze und Untersuchungsgegenstände sowie der mangelnden Explikation einiger Autoren bzgl. der jeweils gewählten Perspektive, konnte bisher nur eine ungenügend kumulative Forschung erbracht werden [32][37].

In Bezugnahme auf die Zielsetzung dieser Arbeit wird die IS-Erfolgs-Perspektive von *DeLone und McLean* gewählt. Danach werden die Auswirkungen eines individuellen IS analysiert, die sich für die Nutzer sowie für das Unternehmen insgesamt ergeben. Dabei operationalisieren sie den IS-Erfolg als mehrdimensionales Konstrukt anhand von sechs zusammenhängenden Dimensionen.

### 3.2 IS-Erfolgsmodell

Mit dem Ziel, eine umfassende Taxonomie zu präsentieren organisieren, vergleichen und integrieren *DeLone und McLean* im Jahr 1992 insgesamt 180 wissenschaftliche Beiträge zum IS-Erfolg zu einem multidimensionalen Modell [6]. Ihrer Auffassung nach ist die Vielfalt der Methoden, Modelle und Untersuchungen zum IS-Erfolg verständlich, sofern *Information* als Output eines IS betrachtet wird, welcher auf verschiedenen Ebenen gemessen werden kann. Berücksichtigt werden dabei die Ebenen der Kommunikationstheorie von *Shannon und Weaver* [44], die die technische Ebene als Genauigkeit und Effizienz des IS sehen, die semantische Ebene als Erfolg einer Information, die übermittelnde Bedeutung zu erreichen und die Effektivitätsebene als Einfluss der Information auf den Empfänger [6][44]. Zusammen mit *Masons* Modifikation der Effektivitätsebene zur Einflussebene [22] bildet dieses Konstrukt den Bezugsrahmen für *DeLone und McLean*.

Im Rahmen ihrer Arbeit stellen sie fest, dass sich die meisten Erfolgsmessungen in sechs Kategorien einordnen lassen, die keine unabhängigen Erfolgskriterien, sondern voneinander abhängige Variablen darstellen (Abbildung 1): Informationsqualität, Systemqualität, Nutzung, Nutzerzufriedenheit, individueller Einfluss und organisatorischer Einfluss. Systemqualität misst den technischen Erfolg, Informationsqualität den semantischen Erfolg, während Nutzung, Nutzerzufriedenheit, individueller und organisatorischer Einfluss den Effektivitätserfolg messen [7].

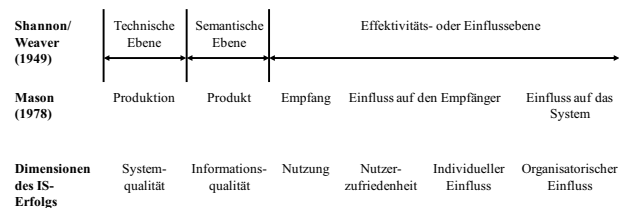


Abbildung 1: Dimensionen des IS-Erfolgs  
Quelle: Übersetzung von [6], S. 62

Das originäre Modell aus dem Jahre 1992 wird in der Folge in über 300 referierten Beiträgen zum IS-Erfolg zitiert [7]. Viele Forscher schlagen Modifikationen vor (u. a. [1][29][40][41]). Zehn Jahre später ergänzen *DeLone und McLean* ihr originäres Modell um das Konstrukt der *Servicequalität* [29], welches die Notwendigkeit von Service und Support bei modernen IS widerspiegelt [7]. Um die Einstellung der Nutzer zur Nutzung des Systems zu messen, wird das Modell zudem um die *beabsichtigte Nutzung* erweitert. Weiterhin fassen sie den individuellen und organisatorischen Einfluss zum *Nettonutzen* zusammen [48].

Das aktualisierte IS-Erfolgsmodell [7] umfasst sechs zusammenhängende Dimensionen: Informations-, System- und Servicequalität, (beabsichtigte) Nutzung, Nutzerzufriedenheit und Nettonutzen (Abbildung 2). Die Pfeile symbolisieren Verbindungen zwischen den einzelnen Dimensionen. So kann die Beurteilung eines IS in Bezug auf Informations-, System- und Servicequalität erfolgen, was die nachfolgende (beabsichtigte) Nutzung sowie die Nutzerzufriedenheit beeinflusst. Durch die eigentliche Nutzung des IS kann Nettonutzen erzielt werden, der wiederum die Nutzerzufriedenheit und die (weitere) Nutzung des IS positiv oder negativ beeinflusst.

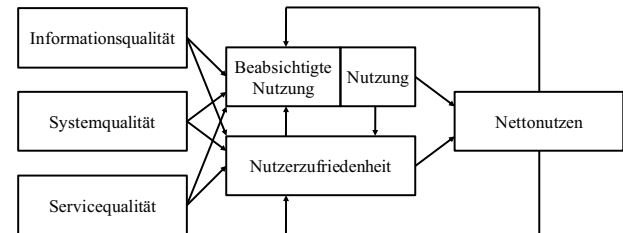


Abbildung 2: Das IS-Erfolgsmodell von DeLone und McLean  
Quelle: Übersetzung von [7], S. 24

Das zugrundeliegende Verständnis der einzelnen Dimensionen erläutern *DeLone und McLean* in ihrem originären Beitrag. Dabei beziehen sie sich auf die untersuchten Studien ([6], S. 64 ff.) und die dort verwendeten Kennzahlen. Ein vertiefendes Verständnis dieser Dimensionen war als Grundlage der empirischen Untersuchung erforderlich. Exemplarisch wird dies in diesem Aufsatz basierend auf den Ausführungen von *DeLone und McLean* sowie den dort genannten Originalquellen dargestellt (Tabelle 5).

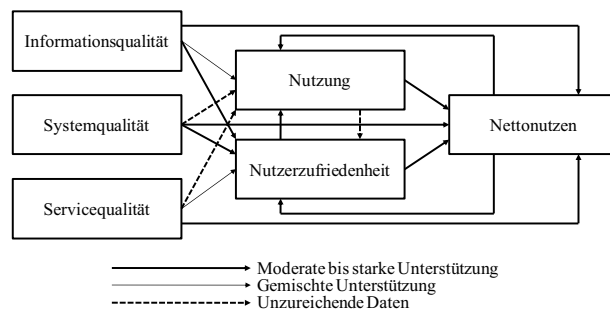
Tabelle 5: Exemplarische Kennzahlen im IS-Erfolgsmodell  
Quelle: In Anlehnung an [6], S. 84 f. und [7], S. 18

Dimension	Kennzahlen
Informationsqualität	Wichtigkeit; Relevanz; Vollständigkeit; Vertrauenswürdigkeit
Systemqualität	Daten-/Systemfehlerfreiheit; Systemflexibilität; Systemintegration
Servicequalität	Funktionierende sowie aktuelle Hard- und Software; verlässlicher Benutzerservice
(Beabsichtigte) Nutzung	Quantität/Dauer der Nutzung; Zugriffsfrequenz; Kosten der Systemnutzung
Nutzerzufriedenheit	Informationszufriedenheit: Differenz zwischen benötigten und erhaltenen Informationen; Softwarezufriedenheit
Nettonutzen (individuelle und organisatorische Auswirkungen)	Entscheidungseffektivität; individuelle Produktivitätsverbesserung; Betriebskostenreduktion; Produktqualität

Inzwischen sind weitere mehrdimensionale Modelle zur Messung des IS Erfolgs erarbeitet worden (z. B. [15][32][41]), die aber entweder auf dem Originalmodell oder der überarbeiteten Version von *DeLone und McLean* basieren.

### 3.3 Kritik am IS-Erfolgsmodell

Das IS-Erfolgsmodell ist das meistzitierte Modell in der IS-Forschung [15]. Neben der Beschreibung allgemeiner Herausforderungen der IS-Erfolgsmessung (u. a. [15][27]) existiert spezifische Kritik am Modell. Diese bezieht sich vor allem auf die unzureichende Erklärung der theoretischen Fundierung und gemischter empirischer Untersuchungsergebnisse, die Bedenken hinsichtlich der Validität der innerhalb des Modells vorgeschlagenen Verbindungen erzeugen [15][37][41]. Einige der vorgeschlagenen Verbindungen konnten anhand einer Metaanalyse bestätigt werden (Abbildung 3), dennoch existieren Verbindungen deren Überprüfung zu heterogenen Ergebnissen geführt hat [16][27].



**Abbildung 3: Empirische Überprüfung der Verbindungen des IS-Erfolgsmodells**  
Quelle: Übersetzung von [27], S. 255

Der anhaltenden Diskussion geschuldet, werden die kontrovers diskutierten Verbindungen des Modells innerhalb dieser Arbeit nicht explizit thematisiert. Der Fokus liegt auf den sechs Dimensionen des aktualisierten IS-Erfolgsmodells. Mit den Praxisexperten wurden mögliche Verbindungen diskutiert, die von *DeLone und McLean* vorgeschlagenen Verbindungen jedoch nicht als validiert dargestellt. Die Dimensionen des Modells unterliegen kaum Kritik und finden sich in den angepassten oder erweiterten Modellen anderer Autoren nahezu unverändert wieder (z. B. [32]). Lediglich die inhaltliche Ausgestaltung bzw. Interpretation der Dimensionen kann differieren (z. B. [41]). Diesbezüglich weisen *DeLone und McLean* bereits bei der Vorstellung des Ursprungsmodells darauf hin, dass eine Adaption der Dimensionen und deren Operationalisierung an den speziellen Einsatzkontext anzupassen ist. Eine solche situative Auswahl und Operationalisierung der Erfolgsdimensionen erfolgte in den bisherigen Studien allerdings nur ungenügend [15].

Gegenwärtig wird das IS-Erfolgsmodell in der WI intensiv diskutiert. Ausgelöst wurde diese Diskussion durch einen Beitrag von *Urbach et al.* [48], in welchem die Autoren eine Analyse von Publikationen zur mehrdimensionalen IS-Erfolgsmessung im Zeitraum von 2003 bis 2007 vorstellen. Die darauf folgende Rückmeldung durch *Buhl et al.* [2] fokussierte auf zwei Aspekte. Zum einen wird deutlich, dass das Verständnis des IS-Erfolgs stark von der Betrachtungsperspektive abhängt. Wie im vergangenen Abschnitt erwähnt, lässt sich die von *DeLone und McLean* gewählte Perspektive anhand von vier Parametern beschreiben. Kritisiert wird daher vor allem, dass diese Perspektive in Bezug

auf die Unternehmenstheorie zu stark den individuellen Nutzen für die Anwender des IS betont, anstatt sich auf Rentabilitätskennzahlen zu konzentrieren. Zum anderen weisen *Buhl et al.* darauf hin, dass die deutschsprachige WI den Anspruch hat, neben der Erarbeitung allgemeiner Wirkungsmodelle vor allem auch eine Unterstützung für reale betriebliche Entscheidungssituation zu leisten. Dieser Anspruch verdeutlicht die bisher nicht nachgewiesene Praxisrelevanz der Modelle zur IS-Erfolgsmessung. Speziell für das IS-Erfolgsmodell weisen sowohl *Rai et al.* [32] als auch *Urbach et al.* [48] explizit auf diesen Sachverhalt hin. Dieser Sichtweise wird gefolgt, indem im Rahmen dieses Aufsatzes sowohl die Praxisrelevanz des Modells als auch dessen Anwendbarkeit für reale betriebliche Entscheidungssituationen untersucht wird.

## 4. EMPIRISCHE ERGEBNISSE

### 4.1 Ergebnisse der Befragung

In Summa existiert bei den Interviewteilnehmern ein vergleichbares Verständnis des Begriffs *IS-Erfolg*. Demnach sei dies der Grad der Übereinstimmung der im Vorfeld definierten Zielsetzung des IS mit dem tatsächlich realisierten Nutzen. Dabei wird der Nutzen als Gesamtnutzen aller Stakeholder des IS interpretiert.

Der Schwerpunkt der derzeitigen Erfolgsmessung liegt auf den einzelnen Investitionsphasen zur Erstellung des IS. Eine Messung des IS-Erfolgs im Betrieb befindlicher IS unter Verwendung mehrdimensionaler Modelle erfolgt nicht. Generell lassen sich in Anlehnung an *Ward und Daniel* [49] dabei vier Phasen unterscheiden, wobei die Erfolgsmessung in diesen sehr unterschiedlich ausfällt (Tabelle 6). Diese Ergebnisse decken sich grundsätzlich mit denen vorheriger Forschungsarbeiten, z. B. [39][50].

**Tabelle 6: Schwerpunkte der derzeitigen IS-Erfolgsmessung**

Phase	Schwerpunkte
Nutzen identifizieren	Identifizierung der Investitionskategorie, der strategischen Wichtigkeit sowie der erwarteten Nutzenaspekte
Nutzen planen	Dominanz eindimensionaler Kostenziele, die nicht mit Projekt- und zugeordneten IS-Zielen verbunden sind
Nutzen realisieren	Vorrangige Evaluation von Zeit und Kosten bei der Projekt-Realisierung; Zwischenziele zur Nutzenrealisierung häufig nicht definiert und evaluiert
Nutzen evaluieren	Eine nachträgliche Evaluation des IS-Erfolgs findet nur sehr selten statt

In der Identifizierungs- und Planungsphase dominieren eindimensionale monetäre Erfolgs- bzw. Nutzenkennzahlen, die zur Investitionsbegründung herangezogen werden. Bereits bei der Identifizierung der Nutzenaspekte werden nur einzelne monetäre Kennzahlen, unabhängig von ihrer späteren Überprüfbarkeit, erfasst. Konkrete Prozess- oder IT-Ziele, die zur Realisierung dieser Nutzenaspekte notwendig sind, werden in der Regel nicht definiert. Nach Meinung der Experten ist dadurch eine spätere IS-Erfolgsmessung kaum sinnvoll möglich. Innerhalb der Realisierungs- und Evaluierungsphase verlieren die Kennzahlen der Investitionsbegründung an Bedeutung. In diesen Phasen wird lediglich der Projekterfolg im Sinne der drei Dimensionen Kosten, Zeit und Qualität beurteilt. Eine nachträgliche Überprüfung des erfolg-

reichen IS-Einsatzes sowie der Erreichung der angestrebten Nutzenaspekte findet in den Unternehmen nicht systematisch statt.

Ein durchgehendes, mehrdimensionales Erfolgs- bzw. Nutzenmanagement, welches den geplanten Investitionsnutzen mit konkreten Prozess- und IT-Zielsetzungen verbindet sowie laufend deren Realisierung überprüft, erfolgt nicht. Hierbei sehen die Experten eine der wichtigsten Verbesserungsmöglichkeiten. Eine solche Vorgehensweise wird von ihnen als durchgehende, mehrdimensionale IS-Erfolgsmessung definiert, wodurch ihre Perspektive auf den IS-Erfolg deutlich wird (Tabelle 7). Die Verbesserung der Unternehmenskennzahlen wird als der wesentliche IS-Erfolg angesehen, welcher allerdings nur realisierbar bzw. überprüfbar wird, wenn die Eigenschaften des IS sowie dessen konkrete Nutzung bei der IS-Erfolgsmessung mit berücksichtigt werden.

**Tabelle 7: Perspektive des IS-Erfolgs (aus Expertenbefragung)**

Faktor	Ausprägungen
Untersuchungsebene	Unternehmen, Prozess/Bereich, Arbeitsplatz
Interessengruppe	Nutzer, Management
Messansatz	mehrdimensionaler Ansatz
Untersuchungsgegenstand	Individuelles IS

Das IS-Erfolgsmodell ist der Mehrzahl der Experten (48 von 50) nicht bekannt und wird folglich nicht als Hilfsmittel für die angestrebten Verbesserungen berücksichtigt. Lediglich zwei Experten kannten das IS-Erfolgsmodell und verwenden ausgewählte Dimensionen bei der Erfolgsplanung bzw. -messung. Der hohen Verbreitung des Modells in der Forschung steht eine geringe Bekanntheit in der Praxis entgegen. Dies deutet darauf hin, dass die Zugänglichkeit zum IS-Erfolgsmodell für Praktiker nicht gegeben ist.

Die Ergebnisse der Befragung der zweiten Gruppe der empirischen Erhebung verdeutlichen, dass Barrieren bestehen. Die Experten betrachten Erkenntnisse zur IS-Erfolgsmessung allgemein als wichtig und die Messung des IS-Erfolgs sei eine bisher unzureichend behandelte Herausforderung. Die Dimensionen des IS-Erfolgsmodells seien geeignet und es liefert einen Beitrag zu diesem Themengebiet – folglich ist die Wichtigkeit gegeben.

Probleme existieren dagegen bzgl. der Tauglichkeit des Modells für den praktischen Einsatz. Grundsätzlich sind die Experten an der Nutzung des Modells interessiert, merken aber an, dass es ein Modell sei, dass zwar in der Wissenschaft gut funktioniere, aber für die Praxis nur bestimmte Kriterien unter Beachtung des Zusammenhanges übrig bleiben und statistische Auswertungen hinsichtlich der Kriterien aufgrund der Komplexität in der Praxis kaum umzusetzen sind. Die Experten nennen kritische Aspekte hinsichtlich des IS-Erfolgsmodells, die sich u. a. auf eine fehlende Prozessbetrachtung sowie die Vernachlässigung des Aufwands beziehen. Des Weiteren berücksichtigt das IS-Erfolgsmodell die in der Praxis gängige Kategorisierung der Erfolgsmessung in einzelne Investitionsphasen nicht. Die kritisierten Aspekte der einzelnen Dimensionen (Barrieren der Tauglichkeit) leiten sich aus den Ergebnissen beider Interviewgruppen ab und sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

**Tabelle 8: Barrieren der Tauglichkeit in den Dimensionen des IS-Erfolgsmodells (aus Expertenbefragung)**

Dimension	Barrieren
Informationsqualität	Nicht immer messbar/steuerbar, da bspw. in einem Outsourcing-Rahmen die Informationsqualität in der Verantwortung des Kunden liegt
Systemqualität	Technisch gut messbar, aber im Gesamtzusammenhang nur untergeordnete Bedeutung; IS-Lebenszyklus nicht berücksichtigt
Servicequalität	Nicht immer auf die Art und Weise verstanden, wie von <i>DeLone und McLean</i> vorgesehen; Ausgestaltung der Lieferantenbeziehung unberücksichtigt
(Beabsichtigte) Nutzung	Messung von Systemzugriffen rechtlich nur bedingt zulässig
Nutzerzufriedenheit	Steht teilweise gar nicht mit dem IS in Bezug, da andere Personen, die Grundzufriedenheit einer Person oder die Absicht der Messung das Ergebnis verfälschen; Ergebnisse durch selektive Befragung manipulierbar; Objektivität dieser Erfolgsdimension fraglich, kaum glaubwürdig und daher nicht steuerbar
Nettonutzen	Projekterfolg, Prozessbetrachtung, Kosten versus Nutzen - Total Cost of Ownership, Ausgestaltung der Business Requirements, des Kundenverhältnisses und strategischer Wettbewerbsvorteile nicht berücksichtigt oder nur unzureichend für die Anforderungen der Praxis dargestellt

Die Messung des IS-Erfolgs ist in der Praxis noch nicht zufriedenstellend adressiert. Das IS-Erfolgsmodell liefert zwar geeignete Dimensionen, die von den Experten für den IS-Erfolg bestätigt wurden, jedoch erfüllt es nur bedingt die Sichtweise der Praxis. Eine grundlegende Voraussetzung ist die eigentliche Definition des IS-Erfolgs, welche die Experten als problematisch bezeichnen. Die meisten Experten setzen den Schwerpunkt bei der Erfolgsmessung auf den Projektverlauf. Dabei werden primär die Dimensionen Kosten, Zeit und Qualität berücksichtigt. Vielfach wird somit lediglich der Erstellungsprozess eines neuen IS bei der Beurteilung des IS-Erfolgs betrachtet. Der eigentliche, nutzenstiftende Einsatz des IS in den Geschäftsprozessen obliegt zumeist keiner Erfolgsmessung. Die Unzulänglichkeit dieser eingegrenzten Perspektive auf den IS-Erfolg wird von den Experten selbst wahrgenommen. Der IS-Erfolg dürfe ihrer Ansicht nach nicht isoliert betrachtet werden. Die Experten unterscheiden dabei zwischen Projekterfolg, Prozesserfolg und IS-Erfolg. Ihrer Meinung nach stellt der Projekterfolg eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für den IS-Erfolg dar. Zu untersuchen sei der Einsatz des IS und dessen Wirkung im Unternehmen. Es müsse eine geschäftsprozessbezogene Top-Down-Perspektive aus Unternehmenssicht eingenommen werden, da die Bottom-Up-Betrachtung sehr schwierig sei. Einige Experten legen daher den Schwerpunkt auf das Erbringen des Service im Sinne einer *End-to-End-Betrachtung*, die ihrer Ansicht nach weitgehend im IS-Erfolgsmodell fehlt.

## 4.2 Ergebnisse der Fallstudie

Zunächst erfolgte eine Analyse der im Unternehmen angewendeten Vorgehensweise bei der IS-Erfolgsmessung. Eine unternehmensweit einheitliche Vorgehensweise bei der IS-Erfolgsmessung konnte nicht identifiziert werden. Der IST-Zustand wurde von den Ansprechpartnern durchgängig in Anlehnung an den IS-Lebenszyklus beschrieben. Zu Beginn erfolgt die Erstellung eines Projektantrags zur Investitionsbegründung. Anschließend wird während der Projektlaufzeit eine Ressourcenplanung primär in Bezug auf die Aspekte Kosten, Zeit und Qualität vorgenommen. Weder während noch nach Abschluss des Projekts findet eine systematische IS-Erfolgsmessung statt. Aus diesem Grund kam es bei IS-Investitionen in der Vergangenheit teilweise zu heterogenen Beurteilungen des IS-Erfolgs. Dies spiegelt vor allem die Sichtweise der drei Anspruchsgruppen Projektteam, IT-Abteilung und Nutzer bzw. Fachabteilung wider. Neben der fehlenden prozessualen Integration der IS-Erfolgsmessung sind somit auch die verschiedenen Perspektiven des IS-Erfolgs in dem Unternehmen als Problem anzusehen.

Das Partnerunternehmen hat die unzureichende IS-Erfolgsmessung bereits erkannt und strebt zeitnahe Verbesserungen an. Bzgl. der Erwartungen an eine IS-Erfolgsmessung wurden ähnliche Aspekte wie bei der Expertenbefragung genannt. Dabei ist hervorzuheben, dass eine sinnvolle IS-Erfolgsmessung in den IS-Lebenszyklus zu integrieren ist. Damit ist nicht nur eine zeitpunktbezogene Beurteilung des IS-Erfolgs anzustreben, sondern die Sicherstellung des IS-Erfolgs über den ganzen Lebenszyklus. Als zentrales Argument für einen solchen Ansatz wurde u. a. angegeben, dass damit bereits im Rahmen der Entwicklung rechtzeitig Nachbesserungen eingeleitet werden können, die später nicht oder nur deutlich kostenintensiver zu initiieren wären. Außerdem sollen im Betrieb durch eine laufende Beurteilung des IS-Erfolgs ein notwendiger Änderungsbedarf oder ein Ende des IS-Lebenszyklus rechtzeitig aufgezeigt werden.

Als wesentliche Barrieren der unzureichenden Umsetzung konnten das Fehlen eines durchgehenden Prozesses sowie mangelnde Verantwortlichkeiten ausgemacht werden. Die institutionelle Verankerung wurde als wichtige Voraussetzung identifiziert. In diesem Zusammenhang wird aktuell ein IT-Projektportfolioprozess erarbeitet, welcher u. a. dafür sorgen soll, den IS-Erfolg konkret zu planen sowie dessen Realisierung laufend zu überwachen. Dabei werden klare Verantwortlichkeiten bzgl. der Messung und Beurteilung des IS-Erfolgs definiert. Mit diesen organisatorischen Maßnahmen soll ein Bewusstsein für den IS-Erfolg vermittelt werden, welches von den beteiligten Managern wichtiger bewertet wird als die Auswahl eines geeigneten Messinstruments.

Weiterhin wurde untersucht, ob und wie sich das IS-Erfolgsmodell innerhalb der vorgefundenen Rahmenbedingungen einsetzen lässt. Keinem der Ansprechpartner war das Modell vor der Untersuchung bekannt, jedoch bestand ein großes Interesse an dem Artefakt. Generell konnte eine Anwendbarkeit des Modells in den Gesprächen nachgewiesen werden. Die Dimensionen werden als geeignet angesehen, um als Grundlage für die Erarbeitung eines Messinstruments zu fungieren. Dieses soll in Zukunft für jedes IS individuell zu Beginn des IS-Lebenszyklus entwickelt sowie anschließend in den Phasen der Entwicklung und des Betriebs eingesetzt werden.

Die inhaltliche Kritik am Modell ähnelt grundsätzlich den Ergebnissen der Experteninterviews. In den Gesprächen im Unternehmen wurde jedoch die Dreiteilung des Modells explizit als sehr

gut beurteilt. Als zentrale Zielsetzung des IS-Einsatzes werden die Auswirkungen auf die Performance-Kennzahlen der Prozesse bzw. des Unternehmens angesehen (Ebene 1: Dimension Nettonutzen). Als *Enabler-Ziele* sind zugeordnete Prozess- und Nutzungsziele zu definieren, die den optimalen Einsatz des IS sicherstellen (Ebene 2: Dimension Nutzung). Diesbezüglich sehen die Ansprechpartner allerdings Messprobleme. Die von *DeLone und McLean* vorgeschlagenen Kennzahlen sind in der Praxis kaum einzusetzen. Innerhalb der Ebene 3 (Dimensionen Service-, Informations- und Systemqualität) lassen sich die Eigenschaften des IS in Bezug auf die aus den beiden anderen Ebenen abgeleiteten Anforderungen bewerten. Die drei Dimensionen dieser Ebene werden prinzipiell als geeignet angesehen, aber teilweise abweichend interpretiert. So werden die beiden Dimensionen System- und Servicequalität gemeinsam zur Beurteilung der technischen Eignung des IS gesehen, ohne konkret zwei Dimensionen zu unterscheiden. Die Informationsqualität wird als Eignung gegenüber konkreten Nutzeranforderungen interpretiert und umfasst dabei nicht alle von *DeLone und McLean* vorgesehenen Aspekte.

Als wesentliche Schwachstelle des IS-Erfolgsmodells ist die mangelnde Berücksichtigung des Aufwands genannt worden. Wie *Buhl et al.* [2] sind auch die Ansprechpartner der Fallstudie der Meinung, dass der Erfolg eines IS nur anhand der beiden Aspekte Nutzen und Aufwand zu beurteilen ist. Aus diesem Grund erfordert eine systematische Erfolgsmessung neben der Ermittlung des Nutzens auch eine Ermittlung des erforderlichen Aufwands. Nur so ist der Gesamterfolg (Nettonutzen) des IS darzustellen.

Im Rahmen der Fallstudie konnte die prinzipielle Anwendbarkeit des IS-Erfolgsmodells nachgewiesen werden. Dies wurde durchgehend von den Gesprächspartnern bestätigt. Als zentrale Anforderungen an ein umfassendes Konzept zur IS-Erfolgsmessung ließen sich folgende Aspekte identifizieren:

- Integration der IS-Erfolgsmessung in den gesamten IS-Lebenszyklus,
- Definition eines geeigneten Prozesses mit klaren Verantwortlichkeiten,
- sowie Einsatz eines angepassten bzw. erweiterten IS-Erfolgsmodells als Template für die Erstellung individueller Messinstrumente.

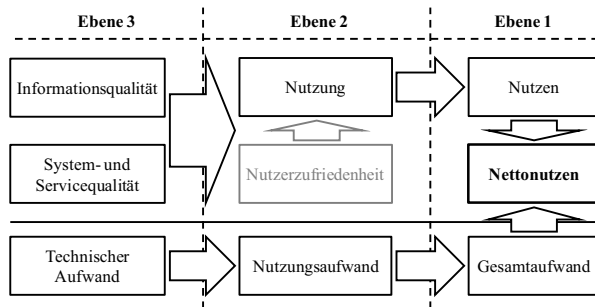
Basierend auf diesen Anforderungen wird nachfolgend ein Konzept skizziert, welches eine sinnvolle praktische Anwendung des IS-Erfolgsmodells im Rahmen einer durchgehenden IS-Erfolgsmessung ermöglicht. Dieses wurde zusammen mit dem Praxispartner im Anschluss an die Fallstudie erarbeitet.

## 5. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die aus der Forschung initiierten Modifikationen des IS-Erfolgsmodells und die aufgezeigten Verbindungen sind in der Theorie etabliert. Basierend auf den Erkenntnissen aus den Experteninterviews und der Fallstudie benötigt die Praxis jedoch einen pragmatischeren Ansatz. Um eine IS-Erfolgsmessung basierend auf dem IS-Erfolgsmodell praktisch anwendbar zu gestalten, gilt es zum einen, die Dimensionen praxisnäher darzustellen und zum anderen, diese in den IS-Lebenszyklus zu integrieren.

Anhand der empirischen Ergebnisse hat sich gezeigt, dass die Dimensionen in der Praxis auf drei unterschiedlichen Ebenen zu betrachten sind (Abbildung 4). Dabei übt die jeweils untergeordnete Ebene eine positive oder negative Auswirkung auf die Zielerreichung der darüber liegenden Ebene aus.

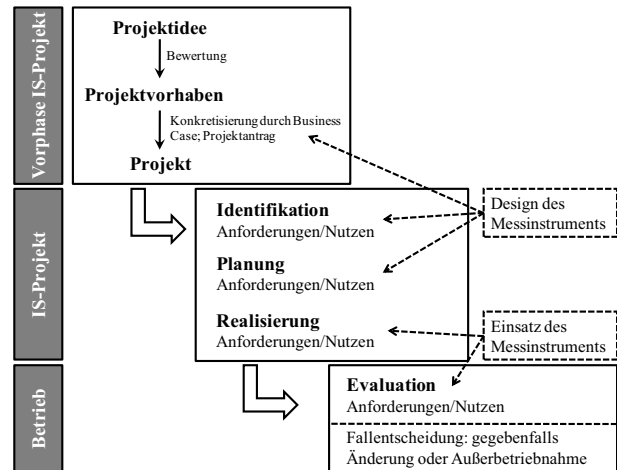




**Abbildung 4: Dimensionen des Messinstruments**  
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an [7]

Auf der *ersten Ebene* werden der Nutzen und der Aufwand des IS aus Sicht des Unternehmens betrachtet und gegenübergestellt. Angestrebt werden Prozessverbesserungen bzw. Steigerungen des Unternehmensergebnisses. Das Ergebnis dieser Ebene ist der Nettonutzen, der die Auswirkungen des IS-Einsatzes auf die Prozesse/Kennzahlen des Unternehmens abzüglich der Gesamtaufwände für Entwicklung, Betrieb und Einsatz des IS darstellt. Um die Ergebnisse interpretieren zu können, ist es erforderlich, Zwischenebenen zu berücksichtigen und auch auf diesen Kennzahlen zu erheben. Nur so werden eine Abweichungsanalyse und die Interpretation der Ursachen sinnvoll ermöglicht. Der Gesamtaufwand wird durch die *Total Cost of Ownership (TCO)* des IS beschrieben. Auf der *zweiten Ebene* werden die Nutzung und der Nutzungsaufwand des IS betrachtet. Die theoretischen Empfehlungen zur Beurteilung der Nutzung des IS sind in der Praxis weitgehend nicht anwendbar. Vielmehr bedarf es einer individuellen Einschätzung durch Prozessverantwortliche. Dies könnte im Rahmen von Workshops geschehen. Die beabsichtigte Nutzung ist entsprechend der Ergebnisse der Expertenbefragung von untergeordneter Bedeutung und wird daher nicht betrachtet. Die Nutzerzufriedenheit gilt als beeinflussende Variable der Nutzung und ist gemäß den Erkenntnissen aus der Fallstudie über ein geeignetes Change-Management im Unternehmen zu beeinflussen. Als praktikable Methode zur Messung der Nutzerzufriedenheit sind spezielle Key-User des IS zu definieren und zu befragen. Zur inhaltlichen Gestaltung der Befragung gilt es, etablierte und überprüfte Frage-Items zu berücksichtigen (bspw. [8]). Der Nutzungsaufwand ist der Teil der TCO, der den Aufwand für den Einsatz des IS in konkreten Prozessen umfasst. Dazu gehören bspw. Prozess-Redesign, Nutzerschulungen, Lizenzen und die technische Ausstattung der Nutzer. Auf der *dritten Ebene* sind drei Dimensionen wichtig. In der Dimension Informationsqualität ist die Erfüllung der Nutzeranforderungen bzgl. der Informationsversorgung durch das System zu messen. System- und Servicequalität sind gemäß den Erkenntnissen aus der Fallstudie nicht getrennt messbar und über Kennzahlen innerhalb einer Dimension zu messen. Der technische Aufwand ist der Teil der TCO, der den Aufwand für die technische Bereitstellung des IS umfasst.

Als zweiter wesentlicher Aspekt der empirischen Ergebnisse gilt es, das modifizierte Modell in den IS-Lebenszyklus zu integrieren. Die beteiligten Experten sehen die institutionelle Integration bedeutsamer als das eigentliche Messinstrument. Das modifizierte Modell wurde in Zusammenarbeit mit dem Praxispartner in den IS-Lebenszyklus integriert (Abbildung 5).



**Abbildung 5: IS-Erfolgsmessung im IS-Lebenszyklus**

In der *Vorphase des IS-Projekts* erfolgt im Rahmen der Konkretisierung des Projektvorhabens ein vorläufiges Design des Messinstruments. Darin werden die Aufwandsteile sowie der geplante Nettonutzen festgelegt. In der *Phase des IS-Projekts* wird das Messinstrument durch Identifikation und Planung der Kennzahlen für die weiteren Dimensionen konkretisiert. Dies umfasst eine Detailplanung der einzelnen Aufwands- und Nutzenaspekte inklusive der Definition konkreter Realisierungszeitpunkte. Das erstellte Messinstrument ist bereits während der Realisierungsphase des IS-Projekts laufend zur Beurteilung des IS-Erfolgs einzusetzen. Dabei gilt es, die Erreichung der Zwischenziele für den definierten IS-Erfolg zu bewerten. Innerhalb der *Phase des IS-Betriebs* ist in definierten Abständen der realisierte IS-Erfolg durch den Einsatz des Messinstruments zu bewerten. Aus den Ergebnissen sind als Fallentscheidung ggf. konkrete Änderungen am IS abzuleiten oder die Außerbetriebnahme des IS zu initiieren.

## 6. FAZIT UND AUSBLICK

Die im Aufsatz beschriebene Untersuchung dient dem Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis. Es wurden relevante Konstrukte der IS-Erfolgsmessung mit Experten diskutiert. Ziel war die Prüfung der Praxisrelevanz des IS-Erfolgmodells anhand der Dimensionen Wichtigkeit, Zugänglichkeit und Tauglichkeit. Anschließend erfolgte die Untersuchung der praktischen Anwendbarkeit des IS-Erfolgmodells im Rahmen einer Fallstudie. Basierend auf den Ergebnissen wurden Handlungsempfehlungen für den praktischen Einsatz einer IS-Erfolgsmessung erarbeitet. Die Forschungsfragen dieses Aufsatzes wurden beantwortet:

### 1. Besitzt das IS-Erfolgsmodell Praxisrelevanz?

Es konnte bestätigt werden, dass die IS-Erfolgsmessung und das IS-Erfolgsmodell in der Praxis als wichtig angesehen werden. Dagegen wurden in den Dimensionen Zugänglichkeit und Tauglichkeit Barrieren identifiziert. Letztlich konnte nur bedingt eine praktische Relevanz des IS-Erfolgmodells nachgewiesen werden.

### 2. Besteht eine praktische Anwendbarkeit des IS-Erfolgmodells?

Die praktische Anwendbarkeit des IS-Erfolgmodells konnte mit Einschränkungen nachgewiesen werden. Grundsätzlich ist das Modell geeignet, um als Basis einer systematischen IS-Erfolgsmessung in der Praxis zu fungieren. Wichtige Aspekte wie die

Berücksichtigung des Aufwands sowie die Integration in den IS-Lebenszyklus bleiben allerdings unberücksichtigt.

### 3. Wie lässt sich das IS-Erfolgsmodell nutzenstiftend für die betriebliche Problemsituation der IS-Erfolgsmessung einsetzen?

Ein sinnvoller Einsatz erfordert gemäß der Praxis eine Modifikation der Dimensionen, die Erweiterung des Modells um den Aufwand und die Integration in den IS-Lebenszyklus. Anhand dieser Kriterien wurde in Zusammenarbeit mit einem Praxispartner ein Konzept für die Umsetzung einer auf dem IS-Erfolgsmodell basierenden IS-Erfolgsmessung erarbeitet.

Mit der Überprüfung der Praxisrelevanz eines der meistzitierten, theoretischen Modelle der WI und der Überprüfung der praktischen Anwendbarkeit generiert dieser Aufsatz einen Mehrwert sowohl für die Theorie als auch für die Praxis. Mit den geschilderten Handlungsempfehlungen wird ein konkretes Konzept für den praktischen Einsatz eines wissenschaftlichen Artefakts vorgestellt. Dennoch existieren folgende Limitationen.

Der Applicability Check hat sich für eine systematische Bewertung der Praxisrelevanz des IS-Erfolgsmodells grundsätzlich als geeignet erwiesen, dennoch bedarf es weiterer Forschung zur Verbesserung dieser Methodik. Die Erarbeitung von Definitionen für die Dimensionen gilt es dabei zu fokussieren. Die Intention der Dimensionen verstanden die Praxisexperten zwar, den Umfang sowie die inhaltliche Abgrenzung zu den anderen Dimensionen konnte jedoch nicht immer nachvollzogen werden. Zudem bedarf es der Erarbeitung und Überprüfung eines Fragenkatalogs, um die Praxisrelevanz systematisch und nachvollziehbar beurteilen zu können. Abschließend ist die Erweiterung der Methodik um Richtlinien und Empfehlungen zur Überprüfung der praktischen Anwendbarkeit zu erwähnen. Dieser Teil wurde in der Ursprungsfassung von *Rosemann und Vessey* nicht berücksichtigt, ist aber unerlässlich bei der Erstellung einer abschließenden Beurteilung, die über die Erfassung der von den Experten wahrgenommenen Praxisrelevanz hinausgeht.

Weiterhin können die Ergebnisse aufgrund des explorativen Charakters der Untersuchung nicht auf sämtliche unternehmerischen Gegebenheiten verallgemeinert werden. Die befragten Experten besitzen vergleichbare Rollen in den Unternehmen. In weiteren Forschungsarbeiten gilt es zu überprüfen, ob andere Anspruchsgruppen eine abweichende Auffassung des IS-Erfolgs haben. Es bedarf daher zusätzlicher Befragungen und Fallstudien, um die Ergebnisse im Kontext anderer unternehmerischer Situationen bzw. individueller Betrachtungsperspektiven reflektieren zu können. Zudem wurde das dargestellte Konzept zwar mit einem Praxispartner zusammen entwickelt, jedoch bisher nicht im konkreten Anwendungsfall getestet. Eine entsprechende Umsetzung wird derzeit gemeinsam mit dem Praxispartner geprüft.

## 7. LITERATUR

- [1] Ballentine, J., Bonner, M., Levy, M., Martin, A., Munro, I., Powell, P. L. 1996. The 3-D model of information system success: the search for the dependent variable continues. *Information Resources Management Journal* 9, 4, 5-14.
- [2] Buhl, H. U., Mertens, P., Schumann, M., Urbach, N., Smolnik, S., Riempp, G. 2010. Leserbrief: Stellungnahme zum Beitrag von Urbach et al. aus Heft 4/2009. *Wirtschaftsinformatik* 52, 2, 109-114.
- [3] Byrd, T. A., Thrasher, E. H., Lang, T., Davidson, N.W. 2006. A process-oriented Perspective of IS Success: Examining the Impact of IS on Operational Cost. *Omega* 34, 5, 448-460.
- [4] Cao, L. and Elias, N. F. 2009. Validating the IS-Impact Model: Two Exploratory Case Studies in China and Malaysia. In *Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)* (Hyderabad, India, 2009).
- [5] Chari, M. D. R., Devaraj, S., David, P. 2008. The Impact of Information Technology Investments and Diversification Strategies on Firm Performance. *Management Science* 54, 1, 224-234.
- [6] DeLone, W. H. and McLean, E. R. 1992. Information systems success: the quest for the dependent variable. *Information Systems Research* 3, 1, 60-95.
- [7] DeLone, W. H. and McLean, E. R. 2003. The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems* 19, 4, 9-30.
- [8] Doll, W. J. and Torkzadeh, G. 1988. The Measurement of End-User Computing Satisfaction. *MIS Quarterly* 12, 2, 259-274.
- [9] Eisenhardt, K. M. 1989. Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*. 14, 4, 532-550.
- [10] Fielding, N. 2001. Qualitative Interviewing. In: *Researching Social Life*, N. Gilbert, Ed., Sage, London.
- [11] Gläser, J. und Laudel, G. 2009. *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. 3. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [12] Grover, V., Jeong, S. R., Segars, A. H. 1996. Information system effectiveness: The construct space and patterns of application. *Information Management* 31, 4, 177-191.
- [13] Gemlik, A., Neumann, M., Sprenger, J., Breitner, M. H. 2010. Praxisrelevanz des Modells von DeLone und McLean zur Erfolgsmessung von Informationssystemen. In *Lecture Notes in Informatics (LNI) - Volume 176 (Proceedings INFORMATIK 2010, Band 2)*, K. P. Fähnrich, B. Franczyk, Hrsg., Köllen, Bonn, S. 664-669.
- [14] Gemino, A. C., Reich, B. H., Sauer, C. 2007. Beyond chaos - Examining IT project performance. In *eProc. 2nd Int. Research Workshop on Information Technology Project Management* (Montreal, Canada, 2007).
- [15] Gable, G. G., Sedera, D., Chan, T. 2008. Re-conceptualizing information system success: the IS-Impact Measurement Model. *Journal of the Association for Information Systems* 9, 7, 377-408.
- [16] Ivari, J. 2005. An Empirical Test of the DeLone-McLean Model of Information System Success. *The DATA BASE for Advances in Information Systems* 36, 2, 8-27.
- [17] Klein, G., Jiang, J. J., Saunders, C. 2006. Leading the Horse to Water. *Communications of the AIS* 18, 1, 259-274.
- [18] Klein, H. K. and Myers, M. D. 1999. A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems. *MIS Quarterly* 23, 1, 67-94.
- [19] Kohli, R. and Grover, V. 2008. Business Value of IT: An Essay on Expanding Research Directions to Keep up with the

- Times. *Journal of the Association for Information Systems* 9, 1, 23-39.
- [20] Maier, R., Hädrich, T. 2001. Modelle für die Erfolgsmessung von Wissensmanagementsystemen. *Wirtschaftsinformatik* 43, 5, 497-509.
- [21] Martinsons, M., Davison, R., Tse, D. 1999. The balanced Scorecard: a Foundation for the Strategic Management of Information Systems. *Decision Support Systems* 25, 1, 71-88.
- [22] Mason, R. O. 1978. Measuring information output: a communication systems approach. *Information and Management* 1, 4, 219-234.
- [23] Meuser, M. und Nagel, U. 1991. Vom Nutzen der Expertise. ExpertInneninterviews in der Sozialberichterstattung. Theorie, Methode und Anwendung. In *Das Experteninterview*, A. Bogner, B. Littig, W. Menz, Hrsg., VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 257-272.
- [24] Miles, M. B. and Huberman, A. M. 1994. *Qualitative Data Analysis*. 2<sup>nd</sup> Edition, Sage, Thousand Oaks.
- [25] Myers, B. L., Kappelman, L. A., Prybutok, V. R. 1997. A comprehensive model for assessing the quality and productivity of the information systems function: toward a theory for information systems assessment. *Idea Group Information Technology Management Series*, 94-121.
- [26] Pare, G., Bourdeau, S., Marsan, J., Nach, H., Shuraïda, S. 2008. Re-examining the causal structure of information technology impact research. *European Journal of Information Systems* 17, 4, 403-416.
- [27] Petter, S., DeLone, W., McLean, E. 2008. Measuring Information Systems Success: Models, Dimensions, Measures, and Interrelationships. *European Journal of Information Systems* 17, 3, 236-263.
- [28] Petter, S. and McLean, E. R. 2009. A meta-analytic assessment of the DeLone and McLean IS success model. *Information & Management* 46, 3, 159-166.
- [29] Pitt, L. F., Watson, R. T., Kavan, C. B. 1995. Service quality: a measure of information systems effectiveness. *MIS Quarterly* 19, 2, 173-187.
- [30] Potthof, I. 1998. Empirische Studien zum wirtschaftlichen Erfolg der Informationsverarbeitung. *Wirtschaftsinformatik* 40, 1, 54-65.
- [31] Punch, K. F. 2005. *Introduction to Social Research. Quantitative and Qualitative Approaches*. Sage, London.
- [32] Rai, A., Lai, S. S., Welker, R. B. 2002. Assessing the Validity of IS Success Models: An Empirical Test and Theoretical Analysis. *Information Systems Research* 13, 1, 50-69.
- [33] Rai, A., Patnayakuni, R., Patnayakuni, N. 1997. Technology Investment and Business Performance. *Communications of the ACM* 40, 7, 89-97.
- [34] Riege, C., Saat, J., Bucher, T. 2009. Systematisierung von Evaluationsmethoden in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*, J. Becker, H. Krcmar, B. Niehaves, Hrsg., Physica-Verlag, Heidelberg, 69-86.
- [35] Rosemann, M. and Vessey, I. 2008. Toward improving the relevance of information systems research to practice: The role of applicability checks. *MIS Quarterly* 32, 1, 1-22.
- [36] Rosemann, M. and Vessey, I. 2005. Linking theory and practice: performing a reality check on a model of IS success. In *Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems (ECIS)* (Regensburg, Germany, 2005).
- [37] Sabherwal, R., Jeyaraj, A., Chowa, C. 2006. Information System Success: Individual and Organizational Determinants. *Management Science* 52, 12, 1849-1864.
- [38] Schryen, G. 2010. Ökonomischer Wert von Informationssystemen. *Wirtschaftsinformatik* 52, 4, 225-237.
- [39] Schwabe, G. and Bänninger, P. 2008. IT-Benefits-Management in the Swiss Financial Sector. In *Proceeding of the 41st Hawaii International Conference on System Sciences* (Hawaii, USA, 2008).
- [40] Seddon, P. and Kiew, M. Y. 1994. A partial test and development of the DeLone and McLean model of IS success. *Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS)* (Vancouver, Canada, 1994).
- [41] Seddon, P. B. 1997. A respecification and extension of the DeLone and McLean model of IS success. *Information Systems Research* 8, 3, 240-253.
- [42] Seddon, P. B., Staples, S., Patnayakuni, R., Bowtell, M. 1999. Dimensions of information systems success. *Communications of the AIS* 2:20.
- [43] Sedera, D., Chan, T., Gable, G. 2004. Measuring Enterprise Systems Success: The Importance of a Multiple Stakeholder Perspective. In *Proceedings of the 12th European Conference on Information Systems* (Turku, Finland, 2004).
- [44] Shannon, C. E. and Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of information*. University of Illinois Press, Urbana.
- [45] Standish Group Int. 2009. *The Chaos Report 2009*. ([www.standishgroup.com](http://www.standishgroup.com)).
- [46] Silverman, D. 2005. *Doing Qualitative Research*. Sage, London.
- [47] Stratopoulos, T. and Dehning, B. 2000. Does successful investment in information technology solve the productivity paradox? *Information & Management* 38, 2, 103-117.
- [48] Urbach, N., Smolnik, S., Riempp, G. 2009. Der Stand der Forschung zur Erfolgsmessung von Informationssystemen - Eine Analyse vorhandener mehrdimensionaler Ansätze. *Wirtschaftsinformatik* 51, 4, 363-375.
- [49] Ward, J. and Daniel, E. 2006. *Benefits Management*. John Wiley & Sons, Chichester.
- [50] Ward, J., De Hertogh, S., Viaene, S. 2007. Managing Benefits from IS/IT Investments: an Empirical Investigation into Current Praxis. In *Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences* (Hawaii, USA, 2007).
- [51] Yin, R. K. 2009. *Case Study Research*. Sage, London.

# Toward Understanding Enterprise Architecture Management's Role in Strategic Change: Antecedents, Processes, Outcomes

Frank Radeke

EBS Business School

Institute of Research on Information Systems  
Söhnleinstraße 8D, 65201 Wiesbaden, Germany

frank.radeke@ebs.edu

## ABSTRACT

As organizations face accelerated economic dynamics, it is increasingly important to improve the capability of reacting agile to changes in the marketplace. This requires implementing and adapting internal structures in a timely manner and ensuring business-IT coordination throughout the process. Enterprise architecture management (EAM) is frequently proposed as a mean to arrive at organizational forms that allow for timely reconfiguration and to guide strategy-aligned change. This explorative study seeks to contribute to an overall understanding of EAM's application in strategic change processes. It is based on an in-depth content analysis of existing research in the field. Specifically, it identifies common EAM practices that have been suggested for application throughout the planning and implementation of strategic change. Furthermore, it reveals antecedents and outcomes of this application. The article discusses these findings in detail and summarizes the results in a preliminary process model of applying EAM for agile strategic change.

## Keywords

Enterprise architecture, enterprise architecture management, strategic change, strategic agility, process theory

## 1. INTRODUCTION

"The discontinuous market and business environments where many private and public sector organizations now operate are changing rapidly, and in different ways" [6:155]. These increased dynamics are caused by accelerated competition, technology evolution, shorter product life-cycles, and customer needs individualization [6,64]. As a consequence strategy has become a moving target. This requires rethinking traditional strategy planning and implementation techniques in order to strengthen an organization's competency of responding to such strategic changes in an agile manner [65,78]. This comprises:

*Achieving and maintaining flexible organizational forms:* Instead of designing organizational structures that will be fixed for several years while the strategy is executed, these dynamics require "creating, re-creating, and sustaining organizational forms that will enable a process of strategic response" [64:148]. Prahalad and Krishnan add that a "[...] manager's ability to respond rapidly to those challenges [of organizational dynamics] is predicated upon having a *sophisticated and facile* organizational and technical infrastructure, and a degree of information technology *flexibility* that traditional approaches cannot provide" [56:24, emphasis added].

*Effective adaptation of internal structures to a strategic positioning:* Organizations need to increase their effectiveness in rearranging internal structures and processes so as to achieve a close match with the ever-changing strategic positioning of the organization in the marketplace [25,67]. Past strategic information technology (IT) planning techniques that merely focused on evaluating the contribution of IT initiatives in organizations in terms of their efficiency such as service availability and cost factors have been found rather inappropriate to provide such a strategic agility. Nowadays, it is considered more appropriate to judge the *strategic value* provided by the investments, in order to attain an IT infrastructure aligned with the changing strategic needs of the business and competitive industry [50].

*The continuous coordination of the business and IT domain:* Previous research has emphasized that a lack of coordination among the business and the IT domains may hinder the effective implementation of strategic change. Successful implementation requires managers from both domains to cooperate during the entire planning and implementation cycle [25,64,65]. IT's increased strategic relevance and its role as digital options generator and enabler of digital business strategies make this need even more critical [25,63].

Recent surveys show that the timely implementation of strategic change in terms of business agility and time to market as well as close coordination between the business and IT domains in the process are ongoing key concerns of IT managers [41,67]. Facing these challenges requires a holistic planning and steering approach that considers the entire organization and enables close and ongoing business-IT coordination. Enterprise architecture management (EAM) has been suggested as such an approach. Matthee et al. note: "Changes and transformation on all levels of the organisation are becoming imperative because of the growing uncertainty in the global business environment. EA is therefore growing in importance since it is seen as a tool to manage these

changes” [45:15]. EAM is put forward as strategic change tool for several reasons; these include:

*Guiding purposeful organizational evolution:* Enterprise architectures (EAs) are used to describe the current state of an organization in terms of a as-is architecture and the intended strategic state, in terms of a target architecture. It is proposed that an EAM core concept is to guide the focused evolution toward the target state by providing systematic support for organizational changes [2,10], directing organizational transformation [3,5], and offering directions for the deployment and integration of future technological and managerial developments [20,74].

*Enabling flexible organizational forms:* EAM is proposed as a way to manage organizational complexity and to foster agile organizational forms that allow for more flexibly addressing strategic change than it would be possible with rigid organizational structures [34,58,60].

*Ensuring continuous alignment between the business and the IT domain:* EAM is also put forward as mean for fostering business IT coordination and for synchronizing the strategic development paths of business and IT structures [23,33,36,60]. Ross motivates: “The objective is to get to the point where IT capabilities shape business strategy while business strategy shapes IT capabilities in response to changing market conditions and organizational realities. To do this the firm must develop an IT architecture competency to dynamically adjust strategies and technologies” [60:33].

These discussions suggest that EAM can provide the means to support improved handling of strategic change. However, this role of EAM is largely uninvestigated in past EAM research. It has not yet offered a holistic understanding of *how* EAM can be employed in the process of managing strategic change and how this in turn helps to address the above-mentioned challenges. Instead, EAM research is considered fragmented as well as dominated by a multiplicity of prescriptive artifacts, such as EAM frameworks, methodologies, and tools [36,52]. Although EAM literature highlights potential benefits associated with EAM’s strategic application, such as strategic agility, improved strategic goal attainment, or alignment of business and IT objectives [33,62], this relationship has been rarely explained. Moreover, it is necessary to examine contextual factors that may influence such relationships [7,33,35,57]. Aier et al. (2008) as well as Bucher et al. (2006) emphasize that no overall understanding of EAM applications such as its employment in strategic governance processes has emerged. Moreover, situational factors’ impact on these applications is unclear. Asfaw et al. (2009) argue that fundamental questions remain on how organizations use EAM concepts to manage strategic change and transformation in organizations. They further add that there is limited understanding of the enablers and challenges of using EAM for this purpose.

This explorative study seeks to help closing this gap. By taking a process theory perspective [44,49,73], it aims to gain a deeper understanding of how EAM can be employed in the process of managing strategic change. It further inquires about how such application contributes to the strategic change process’s outcomes and seeks to identify antecedents to the EAM application. In short, this article addresses the following overall research question: *How can enterprise architecture management support organizations in the management of strategic change?*

Section 2 lays the foundation for the remainder of this paper by clarifying basic terms. The article then describes the employed research design. This paper’s result section first discusses the identified EAM practices related to the strategic change process. It further illustrates the contribution of these practices to the process outcomes and outlines identified antecedents to effective application. Finally, the article summarizes the results in a preliminary process model and discusses future research avenues.

## 2. FOUNDATIONS

### 2.1 Enterprise Architecture Management

The EAM field lacks accepted definitions of basic terms such as *enterprise architecture* and *enterprise architecture management* [26,33,84]. A further source of confusion is that both terms are often used interchangeably. To avoid such confusion, this research assigns distinct meanings to both terms. Based on the ANSI/IEEE Std 1471-2000 definition of architecture as “[t]he fundamental organization of a system, embodied in its components, their relationships to each other and the environment, and the principles governing its design and evolution” ([43:6]), it takes *enterprise architecture* (EA) to mean an entire organization’s basic structure, which might be captured in terms of descriptive models reflecting the *current* and designated *target* state of the organization. It takes *enterprise architecture management* (EAM) to mean the overall *process* of maintaining and developing these enterprise architectures in a holistic and purposeful manner [39,45]. Enterprise architectures are thus the subject-matters of enterprise architecture management.

### 2.2 The Strategic Change Process

The often emphasized role of EAM as tool for guiding organizational change and transformation toward a strategic target state [2,3,5,10,20,74] inevitably situates this discussion in the domain of strategic change. This field concerns itself with the study of planning and implementing organizational changes brought about by changes in an organization’s strategy in response to changing environmental and organizational contingencies [16,59,83]. A shared underlying assumption in strategic change studies is that organizations must fit their environmental niches if they are to survive by aiming for congruence of organizational structures with their environment [4,28,72].

Studies on strategic change can be classified into two schools: a *content* school and a *process* school [59,77,83]. The content school views strategic change as system of distinct factors that must be fitted together. Scholars in this school focus on fitting certain strategy contents to certain environmental conditions in terms of desired configurations [77] and explain the antecedents and consequences of this fit and misfit. However, these studies have neglected the role of managerial actions [59]. The strategy process is most often reduced to a variable (e.g., the extent of use of formal planning) [37]. The *process* school in turn puts an emphasis on managerial actions by viewing strategic change as a stream of activities that are taken to achieve the most favorable match or alignment between the environment and the organization’s structure as a result of a change process [77]. Such a process perspective is not limited to micro-level activities and practices, but can be applied to different temporarily evolving phenomena at a variety of different levels (individual,

organizational, sector, field) [37]. This study subscribes to a process perspective on strategic change by focusing on the general patterns of applying EAM in the strategic change process. It abstracts from concrete strategies (i.e. strategy contents) and how they are used to face certain environmental or organizational contingencies.

Scholars have discussed different representations of the strategic change process; these differ primarily in terms of number and granularity of phases and activities [e.g., 4,14,15,32,48,80]. In line with these suggestions, this investigation assumes a two-phase strategic change process for the following discussion. A (1) *strategy planning phase* comprises the elaboration, discussion and evaluation of different strategic options, based on identified external threats and opportunities, internal strengths and weaknesses, and the translation of the chosen strategic options into a set of concrete strategic initiatives. The (2) *strategy implementation phase* assigns the implementation of the strategic initiatives by carrying out the underlying programs and projects. It thus seeks to adapt and install corresponding business and IT structures and processes in line with the strategic targets. This phase also comprises monitoring and evaluating strategy implementation and goal achievement.

Traditional views of strategic change have emphasized a fairly *static* perspective of strategic change by implying a match at a certain point in time, whereas subsequent researchers have argued for a more dynamic perspective in the face of changing environmental and organizational circumstances [83]. Such a perspective sees strategic alignment as a *dynamic* and never-ending task. This means that no organization is ever in a state of perfect alignment with its competitive environment [76]. This research also subscribe to this dynamic perspective of fit. In conjunction with the taken process perspective this means that the process of arriving at fit takes place on an ongoing basis [77].

### 3. RESEARCH DESIGN

#### 3.1 A Process Theory Perspective

This research employs a *process theory* approach for understanding the application of EAM in the process of strategic change. Process theories [44,49,73] highlight the dynamic aspect of the phenomena under investigation by focusing on a process (i.e. sequences of causal events) as core of the explanation. Process theories provide a rich understanding of *how and why* an outcome is achieved in a process, when certain antecedent conditions are given.

Process theories are conceptualized in terms of process models. Process researchers highlight three primary components for this conceptualization (see Figure 1): (1) The *process* in the form of a sequence of events. Theorizing the typical sequences of causal events or activities are at the core of process theories [1,55]. This article employs Van de Ven's definition of a process as "a sequence of events or activities that describes how things change over time" [71:170]. (2) A second component of process models are *antecedent conditions*, which impact the occurrence of events, thus shaping the evolution of the process. Lyytinen and Newman define antecedents as elements "that preceded the event and could be viewed instrumental (i.e. necessary) in producing it" [42:599]. (3) A third process model component is the *outcome*. Outcomes are seen as results of the preceding event sequence, and every

event is regarded to provide a necessary contribution for the overall outcome [49,51]. This conceptualization of process theories underlay the investigations conducted in this research.

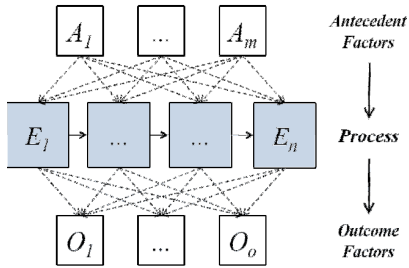


Figure 1: Conceptualization of process theories

#### 3.2 Research Methodology

This research employed an inductive approach based on a systematic content analysis [46,79] of selected contributions in the EAM field.

(1) *Literature selection*: It first identified journal and conference articles addressing the domain of EAM in general by scanning scientific databases (ACM Digital Library, AIS electronic library, DBPL, EBSCOhost, IEEE Xplore Digital Library, ScienceDirect, and SpringerLink) as well as specific EAM conferences and journals (JEA, EMISA Journal, TEAR workshop, and EMISA workshop) using the search term *enterprise architecture*. The initial list of identified articles was reviewed in order to identify contributions that helped to understand the application of EAM for strategic change, for example, by generalizing EAM application scenarios [e.g., 3], investigating factors affecting EAM application [e.g., 8] and examining outcomes of EAM application [e.g., 36]. In order to increase the validity and reliability of the conclusions, the analysis focused on publications that rely on some form of empirical observation – such as interviews, surveys, or case study data – to found or validate the conclusions. Table 1 lists the final set of analyzed contributions.

Table 1: List of analyzed contributions

[3,5,7,8,9,13,17,18,21,23,24,26,27,30,31,33,34,35,36,40,45,52,53,54,58,60,61,64,65,66,68,69,75,81,82]
---

(2) *Content analysis*: Motivated by the general components of process models (see Figure 1), the analysis coded *process events* throughout the articles in terms of EAM practices that have been associated with phases of the strategic change process. It coded factors that were considered necessary for the emergence of these EAM practices (*antecedent factors*) and these practices' contributions to *outcomes*. It also coded *relationships* among these elements when addressed in the examined articles, so as to increase the explanatory power of the results [70]. All codes were iteratively revised in a bottom-up comparative process [22]. The analysis relied on the *ATLAS.ti* (version 6) qualitative data analysis tool, which allowed for the visual arrangement of the codes and for swift jumps between the data and the emerging codes. It also enabled to maintain a permanent link between the data and the codes, which increases the findings' reliability. Visual data analysis has been put forward as analysis technique in process research as well as in general qualitative research [38,42,47]. The content analysis sought to compare and integrate the findings with

extant literature in order to increase internal validity and generalizability as well as to reach a higher conceptual level in the face of supporting findings. Conflicting findings helped to indicate the limits of the emerging theory [19,70].

## 4. THE APPLICATION OF EAM IN STRATEGIC CHANGE PROCESS

### 4.1 The Strategy Planning Phase

The analysis highlights the application of ten EAM practices along the strategic change process. Five of these practices relate to the strategy planning phase and five relate to the strategy implementation phase.

Table 2 summarizes EAM support during *strategy planning*. Two EAM practices (1, 2) can be linked to a *strategy formulation* step, whereas two practices (4, 5) relate to the derivation and planning of initiatives from a chosen strategic option (*strategic planning*). An update practice (3) links both steps.

**Table 2. EAM support in the strategy planning phase**

Strategic phase		EAM support
Strategy planning	Strategy formulation	(1) Assessment of strategic business and IT options through architects
		(2) Development of strategic architecture initiatives
		(3) Update of target architecture
	Strategic planning	(4) Derivation of roadmaps
		(5) Assessment and prioritization of the project portfolio

From a general strategic management perspective, the *strategy formulation* step comprises elaborating and evaluating potential strategic options and finally selecting an alternative based on a comparison with the organization's external threats and opportunities as well as internal strengths and weaknesses [e.g., 14,48].

(1) *Assessment of strategic business and IT options through architects*: EAM research highlights the active participation of enterprise architects in evaluating and selecting strategic business and IT options. It has been emphasized that the role of the enterprise architect is unique by combining business and technology knowledge [65,68]. This knowledge enables the architect to comment on various strategic options from different perspectives (such as integration requirements or time constraints) and, during the discussion of strategic alternatives, to promote those alternatives that would best solve the challenges of moving the enterprise towards its target vision. Strano and Rehmani note: "A successful architect proposes business solutions that reflect the most natural and comfortable way of organizing the business of the enterprise" [68:393]. The enterprise architect also helps to put forward such strategic IT initiatives that provide the technical capabilities necessary for the organizational vision and facilitates recognizing the potential of strategic IT initiatives that help enable new business opportunities [36,65,68].

(2) *Development of strategic architecture initiatives*: EAM itself contributes to setting up certain strategic options. These strategic architecture initiatives specifically seek to improve the overall

enterprise architecture maturity. They comprise all architectural levels by addressing technology, application, process, and data standardization [60,61], increasing service orientation and modularization [34,58,68], and reducing redundancies and gaps in the IT business support [3,9]. This results in concrete initiatives, for example, the replacement of legacy systems or the development of central data repositories. This is essential for the active improvement and development of an organization's enterprise architecture, instead of – at best – maintaining the current architectural state. Ross [60] identified four such architectural maturity levels. She found that organizations first standardize their technology platform in order to overcome grown complexity and the incompatibility of locally optimized solutions. At a later stage, organizations extend standardization to data and processes. These standards allow for modularization in a final stage by introducing loosely coupled IT components.

(3) *Updating of the target architecture*: Once strategic business, IT, and architecture initiatives have been developed (1, 2), these strategic directions must be updated in the target architecture. This makes the inherent changes of all strategic initiatives explicit. Transparency about the target vision in terms of a formally stated target architecture is thus necessary for seeing satisfactory planning results in the subsequent steps [35] by facilitating ideas on how to approach the future state [3].

After strategic options have been developed and selected, these must be translated into concrete strategic tasks in the context of a *strategy planning* step [e.g., 15,32]. Two EAM practices (4, 5) relate to this step.

(4) *The derivation of roadmaps*: EAM has been suggested to support the translation of strategic options into tactical plans by comparing the documented current architecture and the target architecture state and deriving roadmap alternatives that address the differences between these architectures [3,35,52]. The discussion of different roadmap variants among affected stakeholders finally leads to the selection of one option [36].

(5) *Assessment and prioritization of the project portfolio*: The selection of a roadmap option (4) leads to certain (strategic) project ideas that evolve from such a roadmap. Additional project requests emerge from operational demands in the business and technology areas. Having a complete picture of all projects that cause changes in the enterprise architecture is necessary in order to manage these in a holistic and strategy-aligned manner [24,65]. EAM is considered integral to the assessment and prioritization of this project portfolio. On the one hand, this comprises the assessment of an initiative's strategic consequences by understanding the interdependencies to the strategic goals. Kim and Everest highlight the meaning of transparency provided by an EA in this context: "[It] does provide the basis for planning and prioritization of the development of databases and applications by indicating how well information needs are currently satisfied and which needs are more critical to the organization" [35:8]. On the other hand, EAM helps identify implementation interdependencies among projects, which allows for the alignment of projects in a way that ensures seamless implementation and reduces the risk of conflicts in later stages [13]. Furthermore, EAM facilitates the identification of shared services and infrastructure components, which may help avoid redundant developments by realizing these in common efforts among projects [35,60,68].

## 4.2 The Strategy Implementation Phase

The analysis suggests five EAM practices belonging in the strategy implementation phase (see Table 3). Two practices (6, 7) relate to the *operative planning* step of the phase. Two practices can be assigned to the *monitoring and evaluation* of strategy execution (9, 10). The research again gave rise to a linking update practice (8) between these two general steps.

**Table 3. EAM support in the strategy implementation phase**

Strategic phase		EAM support
Strategy implementation	Operative planning	(6) Impact assessment and identification of reusable components
		(7) Standard compliance assessment
		(8) Update of current architecture
	Monitoring and evaluation	(9) Architecture guidance and implementation review
		(10) Architecture measurement and review

Strategy implementation comprises the adaptation and installation of organizational structures and processes by means of projects [e.g., 15,32]. EAM contributes to the *operative planning* prior to the actual implementation. It helps to set the projects' scopes more appropriately and identifying reusable components for the implementation (6), and ensuring compliance with architectural standards (7).

(6) *Impact assessment and the identification of reusable components*: EAM has been suggested as a means to more consciously identify a project's impact on other parts of the architecture, such as business processes, data structures, related applications, and technical components. EAM analysis techniques [9], such as impact analyses, allow for the identification of relevant stakeholders and parties that must be considered prior to the start of a project. This helps avoiding unintended impacts during implementation. It also facilitates the identification of redundancies and gaps and thus ensures the project's fit into the overall architecture [35]. EAM also aids organizations to identify where a development can rely on existing reusable services and infrastructure components and where it can contribute to developing such components [23,35].

(7) *Standards compliance assessment*: Based on a project's identified impacts (6), EAM is frequently suggested as a means to assess the compliance of the inherent changes to an organization's standards. Architectural standards refer to technology, process, data, and application elements and thus comprise all architectural levels [7,60,61]. It has been argued that the standard compliance assessment must include mechanisms for escalating and sanctioning non-compliance. Standards compliance assessment should also provide for exceptions to standards, when a well substantiated business need justify an exception. This builds short-term flexibility, which is to some extent restricted by compliance mechanisms [7,36,60,61]. Impact and standard compliance assessment are often conducted jointly in the context of an overall architectural assessment within a project's business case review [60,61].

(8) *Update of the current architecture*: Implementing projects inevitably causes the modification of existing organizational

structures as well the installation of new structures. Consequently, it is necessary to update the corresponding architecture information in the current architecture documentation in order to retain architectural transparency and to ensure up-to-date information in subsequent cycles of the strategic change process [8,21,52].

*Strategy monitoring and evaluation* in general comprises the monitoring of the implementation of strategic initiatives as well as the evaluation of these measures according to certain variables. This may lead to the adaptation of current plans and provide feedback for future strategic change cycles [e.g., 14,32,48,80]. EAM contributes to this step by guiding and reviewing the implementation of projects (9) as well as measuring and reviewing the overall architectural evolution (10) as a result of this implementation.

(9) *Architecture guidance and implementation review*: Besides participation in the review of business cases (6, 7), architectural guidance has been suggested throughout project implementation in order to allow for consultation and the review of the current implementation status [24,36,52]. Furthermore, a post-implementation review [36,60,61] has been recommended to collect architectural knowledge that may be employed in future initiatives and to identify reasons for discrepancies from the original design. Ongoing dialogue between architects and the project team ensures the retention of the right project scope and sticking to agreed standards [18,21,82].

(10) *Architecture measurement and review*: An EAM team task that accompanies the implementation of strategic change is the regular measurement and review of the enterprise architecture evolution, for example, by applying EA analysis techniques [3,9]. This seeks to ensure overall architectural consistency by identifying emerging gaps and redundancies in the IT business support [3,9,23] or conflicts to EA standards [75,82]. Furthermore, it helps monitor the progress of strategic initiatives along the agreed roadmaps [45] (e.g., by measuring the achieved standardization or homogeneity level), but also supports managerial decision-making by providing them appropriate measures [5,52,75].

## 5. CONTRIBUTION TO THE STRATEGIC CHANGE PROCESS'S OUTCOMES

The analysis results suggest that the application of EAM throughout the strategic change process – as discussed above – contributes to an organization's strategic change capability. The results put forward that EAM affects the ability to *effectively implement strategic change* and influences an organization's *preparedness for change*.

### 5.1 Contribution to the Implementation of Change

The synthesis of previous research indicates that the EAM application throughout the strategic change process affects an organization's *change implementation capability* by facilitating the adaptation of internal structures towards the strategic positioning in the marketplace (i.e. *strategic fit*) and by aiding the synchronization of the business and IT development paths (i.e. *business-IT alignment*).



### 5.1.1 Strategic Fit

The role of EAM for guiding strategic change is frequently discussed [e.g., 2,3,5,10,20,74]. A central strategic change goal or outcome is to achieve close alignment or fit between an organization's desired positioning in the marketplace and its internal structures and processes [4,25,28,72]. The results suggest that the application of EAM in the strategic change process can support attaining close strategic fit.

During *strategy planning*, the assessment of strategic business and IT options through architects (1) supports selecting such external strategic alternatives that most closely corresponds to the organization's internal capabilities in terms of a supporting technology platforms and thus allows for a more effective implementation in subsequent phases [65,68]. The derivation of roadmaps (4), based on a conscious comparison of the current architecture (i.e. current organizational structures and processes) to the target architecture (i.e. internal structures and processes that fit the desired external positioning in the marketplace) provides clear directions regarding what is required to execute a strategy [68] and thus to arrive at closer alignment with the external strategic positioning. The application of EAM for assessing and prioritizing the project portfolio (5) contributes to strategic fit by better understanding the projects' interdependencies to strategic goals and prioritizing those initiatives that are more likely to have a strategic impact [9,35,36,60,68]. EAM application thus helps an organization focus its resources on initiatives that are more effective in achieving the desired strategic targets. By identifying and resolving interdependencies among initiatives, this phase also helps reduce the likelihood of conflicts in later phases [9,13]. During *strategy implementation*, the conscious identification of a project's impacts and stakeholders (6) allows revealing conflicts of use, ownership, and resources before the actual implementation begins [35] and thus ensures a more effective adaptation of internal structures and processes towards strategic fit. Finally, the architectural monitoring and review (10) facilitates a more effective steering of the implementation of strategic initiatives along the agreed roadmaps [3].

Proposition 1 summarizes EAM's impact on strategic fit: *(Proposition 1) Organizations that apply EAM in the entire strategic change process will see more effective strategy planning and implementation in terms of better strategic fit.*

### 5.1.2 Business IT Alignment

Besides seeking to align the external and internal domains, it is considered similarly important to ensure close coordination between the business and IT domains during strategy planning and implementation [e.g., 11,25,67]. In contrast, poor alignment may hinder or slow the implementation of strategic changes and, thus, seeing satisfactory results from investments [12,25,60]. Business-IT alignment is often noted as a benefit of EAM [e.g., 9,13,23,33,40]. The analysis results provide more detailed explanations of how this is achieved through EAM application along the strategic change process.

The assessment of strategic business and IT options through architects (1) adds to business-IT alignment by translating strategic business initiatives for IT, but also by promoting strategic IT initiatives that are necessary to provide the technical capabilities to achieve the strategic option or that help enable new business opportunities [65,68]. Redundancies and gaps between

business and IT structures are expressions of poor alignment. Strategic architecture planning and development (2) supports business-IT alignment by setting up strategic architecture initiatives that seek to dissolve redundancies and gaps in the IT-business support [3,9,23]. During the derivation of roadmaps (4), the discussion of roadmap alternatives contributes to business-IT alignment by selecting those alternatives that best fit business and IT needs [3]. Furthermore, the improved identification of redundant developments and of potentials for developing shared infrastructure and services that is enabled through EAM's application in the portfolio management (5) helps to circumvent redundancies in the business IT support [13,29]. The assessment of an initiative's impacts (6) and the consideration of stakeholders allow for setting an initiative's scope more appropriately and thus avoiding emerging redundancies or gaps in the business and IT structures [9,35]. The architectural guidance and the implementation review (8) and the ongoing dialogue between architects and the project team allows for retaining this scope in the following implementation phases [21,60,82]. Finally, regular architectural measurement and review (10) contributes to business-IT alignment by identifying emerging business IT redundancies and gaps early on and enables the initiation of appropriate countermeasures [3,23].

Proposition 2 summarizes EAM's impact on business IT alignment: *(Proposition 2) Organizations that apply EAM in the entire strategic change process will see more effective strategy planning and implementation in terms of better business IT alignment.*

## 5.2 Contribution to Preparedness for Change

The results suggest that EAM application in the strategic change process can facilitate an organization's preparedness for change by fostering the *standardization* and *modularization* of the architecture throughout the process.

Improving standardization at all architectural levels is a prerequisite for strategic agility. Interoperable data structures and common technology components reduce the time of delivering and supporting business solutions. Standardizing core processes allows for the rapid implementation of these processes in new markets, the building of new products and services based on these processes, and ease of cooperation with external partners [34,60,61]. Modular architectures enable strategic agility through customized or reusable modules with standardized interfaces that can be used to rapidly respond to changing market conditions [58,60,61]. As Rai et al. note: "Once implemented, a modular enterprise architecture will provide growing opportunities to deliver new connections to partners and customers or to add new products and services to core customer offerings" [58:93].

Within the development of strategic architecture initiatives (2), an EAM contributes to the identification of standardization and modularization potentials, by proving a comprehensive picture and appropriate analysis techniques [3,9,35]. The separate and overarching coordinating role that is provided by EAM, enables setting up strategic architecture initiatives with affected stakeholders better than it was possible with traditional approaches that had limited foci [65]. The EAM literature provides several case analyses of EAM as successful driver of standardization and modularization initiatives (e.g., [75] in the health sector or [26,31] in public administration). Modularization

initiatives over time lead to a set of readily available and proven components. During strategy implementation, architecture reviews (6) assist identifying where these components can help to develop systems quicker and where projects can contribute to the development of new modules [31,34]. By standard compliance assessments (7) and architectural guidance and review (8), EAM ensures that an architectural standardization is maintained in the face of ongoing organizational developments [7,9,18,60]. Boh and Yellin's study [7], for example, confirmed that institutionalized processes for monitoring of EA standard conformance reduce infrastructure heterogeneity and increase application integration. Dreyfus and Iyer [18] showed that guidelines provided by EAM can avoid deterioration of an architecture when it grows. EAM further improves the measurement and evaluation (10) of the implementation of standardization and modularization initiatives according to agreed roadmaps by providing advanced analysis measures such as heterogeneity indices [3,9].

Proposition 3 summarizes EAM's impact on standardization and modularization as prerequisite for timely strategic change: *(Proposition 3) The application of EAM in the entire strategic change process improves an organization's preparedness for timely strategic change through standardization and modularization of the architecture.*

## 6. ANTECEDENTS TO EAM'S APPLICATION

The analysis further highlighted certain antecedents to an effective application of the identified EAM practices during the strategic change process.

### 6.1 Transparency

In order to effectively apply EAM throughout the process, it is necessary to achieve and maintain *architecture transparency* about the current organizational state and the intended strategic organizational state. It is also necessary to achieve and maintain *transparency about architecture standards* at all architectural levels.

Achieving transparency about the current and future organizational state in terms of documenting and maintaining current and target architecture descriptions is a core task of an organization's EA team. The documentation must ensure completeness by describing all relevant elements with the right scope. It must meet business *and* IT needs by capturing both perspectives [35,82]. Strano and Rehmani summarize the importance of EAM for gaining transparency: "The role of the enterprise architect is one of making order out of chaos by taking the overwhelming amount of information available and presenting it in a manner that enables effective decision-making" [68:392].

Transparency about the current architecture enables the application of EAM analysis techniques in order to identify architectural improvement needs and thus enables setting up corresponding strategic architecture initiatives (2) [5,35,60]. Having gained transparency about the current organizational state and about the intended future state is a prerequisite of consciously deriving roadmaps (4) of how to proceed to the strategic state [3,35]. During the assessment and prioritization of the project portfolio through EAM (5), transparency about the current and

future architecture is necessary in order to evaluate projects' strategic impacts and to identify interdependencies among projects. It also allows for improved identification of possibilities for developing and using shared infrastructure and services among projects [35,36,68]. During strategy implementation, architecture transparency is necessary to identify a project's impacts and stakeholders as well as reusable components (6) as thoroughly as possible [35,36]. Finally, architecture measurement and review (10) is based on information provided by regularly updated architectural descriptions [23].

These results strengthen the importance of the two update activities (3, 8) in the strategic change process. Updating the selected strategic business and IT options and the agreed strategic EA initiatives in the target architecture (3) increases transparency about the desired strategic state and allows for a purposeful evolution toward this state in the subsequent steps [3,35]. Updating changes that are caused by implementing projects in the as-is architecture (8) ensures the retention of transparency about the current state of the organization [8,52].

EAM research also highlights the EAM team's responsibility for developing, updating, and communicating EA standards at all architectural levels [7,60,61,65]. In order to increase awareness and acceptance of these standards, it is necessary to include the stakeholders in this process. The task also includes the monitoring of external standards and the incorporation of (reasonable) changes to internal standards. The thus achieved *standard transparency* is a prerequisite for effectively employing EAM to achieve and maintain standardization in the strategic change process. Transparency about architectural standards allows for the identification of architectural discrepancies from these standards and the setting up of strategic architecture initiatives (2) accordingly [5,35,60]. Documented and regularly updated standards allow for the assessment of standard compliance (7) prior to an initiative's implementation [7,36,60,61]. Finally, standard transparency enables the measurement and review of the architecture (10) evolution according to these standards [23,52].

Proposition 4 summarizes the need of transparency for the effective application of EAM in the strategic change process: *(Proposition 4) Transparency about the current and future organizational state as well about organizational standards at all levels is necessary in order to effectively apply EAM in the strategic change process.*

### 6.2 Management Support

*Management support* is frequently considered a key EAM success factor. This derives from EAM's long-term character, with few immediately visible commercial effects [65]. EAM also requires changing established working procedures and, to some extent, constraining the decision authority of local managers in order to foster globally optimized solutions [7,21,60]. Management support for the EAM function must ensure sufficient resources for the EAM team to conduct core tasks such as EA documentation and maintenance, the development and updating of EA standards, and the assessment and guidance of projects [8,35,53]. Such support must also ensure the appropriate organizational positioning of the EAM function in such a way that it can effectively conduct its tasks – for example, impacting strategy formulation or assessing the project portfolio [36,68].

The assessment of strategic business and IT options through architects (1) requires a corresponding organizational positioning of the EAM function, where it can affect business and IT strategy planning [45,68]. Strategic architecture initiatives (2) (e.g., creating standardized technology platforms or replacing complex legacy systems) usually involve fundamental organizational changes that require sufficient resources to be implemented [60,69] as well as top management support to overcome resistances and to facilitate change management [58,60,75]. The EAM team needs sufficient resources to maintain target and current architectures (3, 9) and the management needs to mandate the production of architectural descriptions by projects, since this task usually does not directly benefit local units [8,35,52]. During assessment and prioritization of the project portfolio (5), management support must enable the EAM team's participation in the respective corporate committees in order to effectively incorporate architectural input [36]. The careful consideration of an project's impacts and the identification of reusable components (6) as well as the enforcement of standards compliance (7) require top management support since these practices often mean additional efforts to projects and restrict local stakeholders' choices [7,82]. In the context of architecture management and review (10), management must mandate the use of the performance measures provided by the EAM team [52,75].

Proposition 5 summarizes the need of management support for the effective application of EAM in the strategic change process: *(Proposition 5) In order to effectively apply EAM in the process it is necessary to have management support for EAM in terms of sufficient resources, an appropriate organizational assignment, and enforcement of EAM practices.*

### 6.3 Centralized and Standardized Governance Structures

EAM involves a holistic perspective as well as globally optimized solutions, rather than locally optimized ones [21,60,61]. The analysis results underline that this requires a central EAM function as well as centralized and standardized governance structures, as prerequisites for effective EAM application throughout the strategic change process.

Researchers note the importance of a *central EAM function* that combines requisite skills and provides greater accountability for coordinating architecture tasks across organizations, than it could be offered by local units [7]. The central EAM function interfaces with other enterprise architects at different levels of the enterprise in order to ensure concordance of the architectures and to oversee the quality of the EA [68]. A central EAM function is especially important for the coordination of EA repository updates (3, 9) during strategy planning and implementation [52,75]. It also ensures a comprehensive perspective in the planning (2) and monitoring (10) of architecture initiatives [33,52].

It is also necessary to have some *central governance* in order to oversee and steer strategic changes during the process. This comprises central planning and prioritization processes (1, 4, 5) [7,23,60] for developing the strategic vision and aligning corporate initiatives as well as central governance bodies (e.g., a central portfolio management and a central architecture board) in which the enterprise architects interact and by which architecture-

related decision are made [36,68]. A lack of central control could tempt local managers to undermine global architecture goals by local developments [65]. Centralized governance structures are often installed in the context of implementing EAM programs [17,60].

The EAM tasks of project review and standard compliance assessment (6, 7, 8) benefit from *standardized processes* for project management and system development [7,34] in order to ensure effective architectural guidance during the implementation of strategic change at predefined control points [18,82].

Kettinger et al. note: "To achieve both business standardization and business flexibility requires more than just a global IT architecture; it also requires an information-oriented top-down management philosophy that promotes corporate-wide information management practices and information behaviors and values" [34:105].

Proposition 6 summarizes the need of centralized and standardized governance structures for the effective application of EAM in the strategic change process: *(Proposition 6) In order to effectively apply EAM in the strategic change process it is necessary to install a central EAM function that coordinates EA documentation and evolution, central planning and prioritization processes, as well as standardized processes for project management and system development.*

## 7. CONCLUSION

This explorative study examined the application of EAM in the strategic change process on the basis of a systematic content analysis of contributions in the field. By taking a process theory perspective [44,49,73], it identified *ten EAM practices* that have been suggested for application throughout the strategic change process. It further revealed the contribution of EAM to four outcomes and the impact of three antecedents for the effective EAM application in the process. Figure 2 summarizes the results in a preliminary process model. The research results give rise to four central implications:

*(1) Necessity of EAM integration:* The results underline the need of tight integration of EAM in existing strategic planning and implementation processes, such as roadmap planning and project portfolio management as a prerequisite for seeing benefits from EAM implementations. This complements the view of common EAM frameworks and methodologies that often regard EAM as a rather standalone activity.

*(2) EAM as business and IT approach:* The evolved process model supports a holistic perspective on EAM as an approach for the IT *and* the business domains (i.e. strategic business and IT planning and implementation). Winter and Schelp note: "Without tight integration into business units and without business architecture being addressed explicitly together with business units, EA management will not work" [82:571]. EAM was historically often implemented and driven by the IT department [82]. However, higher maturity EAM implementations place equal emphasis on the business domain and are characterized by a strong involvement in business strategy planning [3,52,60,68]. Organizations can build on their experience of applying EAM in the IT domain when making it an organization-wide effort.

(3) *EAM as driver of agile strategic change*: The results highlight that the careful integration of EAM in the strategic change process enhances an organization's strategic planning and implementation capability. This manifests in contributions to certain *outcomes* through EAM. The bottom up comparison of previous research suggests that the application can enhance an organization's *capability to implement strategic change* by fostering *strategic fit* and *business-IT alignment* during the process. Such change implementation capability is in line with Henderson and Venkatraman's [25] notion of strategic alignment, which emphasizes the fit between the external and internal domains (strategic fit) as well as the fit between the business and IT domains (functional integration) during strategy formulation and implementation. Henderson and Venkatraman further note that "[...] this strategic fit is inherently dynamic. The choices made by one business enterprise, or firm (if fundamentally strategic), will over time evoke imitative actions, which necessitate subsequent responses" [25:473]. Besides a change implementation capability, these dynamics require the ability to keep the organization permanently *prepared* for future strategic changes by achieving and maintaining agile organizational forms. The results propose that EAM can help strengthen an organization's *preparedness for change* by achieving and maintaining standardized and modular organizational forms. This enables faster strategic response as it would be with possible with heterogeneous and rigid architectures. Such a capability is related to the concept of strategic agility [6,50,63], which is an organization's ability "[...] to exploit uncertainty by facilitating timely competitive actions through fundamental reconfiguration. It enables a competitive strategy by *having the organization consistently ready for reconfiguration*. Thus, agility refers to the system capability to rapidly reconfigure in the face of unpredictable changes [...]" [6:43, emphasis added]. The complicity of both EAM-facilitated capabilities contributes to an organization's overall *agile strategic change capability*.

(4) *Necessity of certain antecedents*: The analysis revealed certain organizational antecedents to the effectively EAM application in the strategy process. Organizations that seek to apply EAM for

strategic change need to maintain *transparency* about the current and strategic organizational states in terms of up-to-date EA documentation as well as standard transparency in terms of documented and regularly updated standards. Furthermore, *management* must *support* EAM application throughout the process by providing an appropriate organizational assignment, sufficient decision rights, and adequate resources for the EAM team's tasks. Finally, previous research emphasized the importance of *centralized and standardized governance structures* in terms of a central EAM function that coordinates EAM efforts, central strategic planning and prioritization processes as well as standardized project management and system development processes for strategy implementation.

Although this research sought to found the model on sound extant research, the explanations offered are tentative. Backing with empirical data would further increase conviction in the findings. Future research could examine whether organizations that have carefully implemented the discussed practices are able to more effectively address strategic change (in terms of contributions to the identified outcomes), or whether problems in observing these outcomes can be traced to insufficient coverage of these practices or to a lack of the identified antecedents. The derived propositions can provide starting points for such investigations.

## 8. REFERENCES

1. Abbott, A. A PRIMER ON SEQUENCE METHODS. *Organization Science* 1, 4 (1990), 375-392.
2. Aier, S., Kurpjuweit, S., Saat, J., and Winter, R. Enterprise Architecture Design as an Engineering Discipline. *AIS Transactions on Enterprise Systems* 1, 1 (2009), 36-43.
3. Aier, S., Riege, C., and Winter, R. Classification of Enterprise Architecture - An Exploratory Analysis. *International Journal of Enterprise Modelling and Information Systems Architectures* 3, 1 (2008), 14-23.
4. Andrews, K.R. *The Concept of Corporate Strategy*. Homewood, 1987.
5. Asfaw, T., Bada, A., and Allario, F. Enablers and Challenges in Using Enterprise Architecture Concepts to Drive

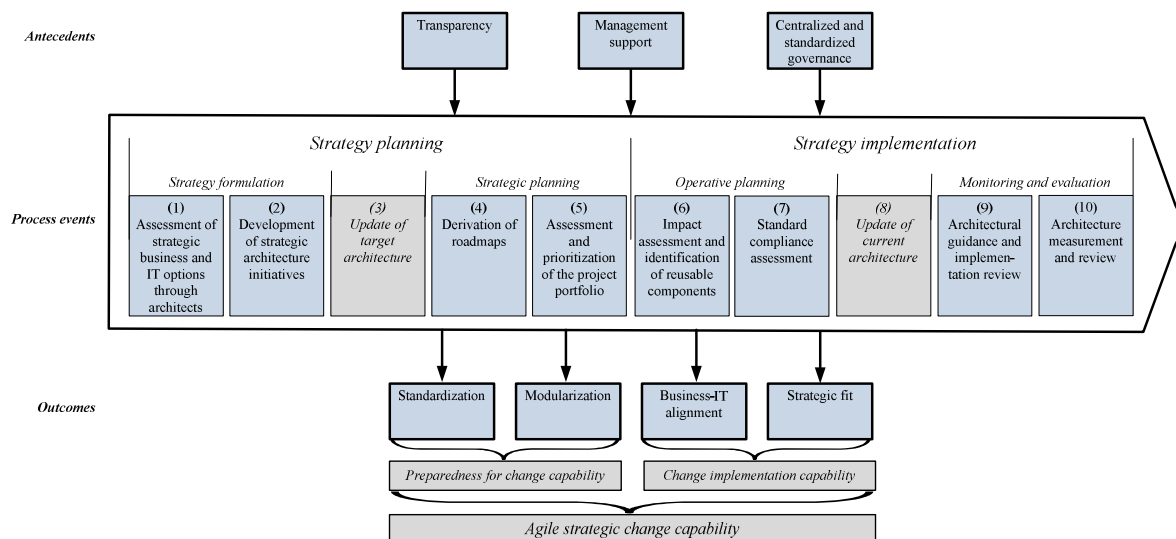


Figure 2: Derived process model of enabling agile strategic change through EAM

- Transformation: Perspectives from Private Organizations and Federal Government Agencies. *Journal of Enterprise Architecture* August, (2009), 18-28.
6. Bernardes, E.S. and Hanna, M.D. A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature. *International Journal of Operations & Production Management* 29, 1/2 (2009), 30-53.
  7. Boh, W.F. and Yellin, D. Using Enterprise Architecture Standards in Managing Information Technology. *Journal of Management Information Systems* 23, 3 (2006), 163-207.
  8. Bricknall, R., Darrell, G., Nilsson, H., and Pessi, K. Enterprise architecture: critical factors affecting modelling and management. *Proceedings of the Fourteenth European Conference on Information Systems*, (2006).
  9. Bucher, T., Fischer, R., Kurpjuweit, S., and Winter, R. Enterprise Architecture Analysis and Application - An Exploratory Study. *Proceedings of the 10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW 2006)*, (2006).
  10. Cane, S. and McCarthy, R. Measuring the Impact of Enterprise Architecture. *Issues in Information Systems* 8, 2 (2007), 437-442.
  11. Chan, Y. and Reich, B.H. IT alignment: what have we learned? *Journal of Information Technology* 22, 4 (2007), 297-315.
  12. Chan, Y.E. Why Haven't We Mastered Alignment? The Importance of the Informal Organization Structure. *MIS Quarterly Executive* 1, 2 (2002).
  13. Daneva, M. and Eck, P.V. What Enterprise Architecture and Enterprise Systems Usage Can and Can not Tell about Each Other. *Proceedings of the First International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS 2007)*, (2007).
  14. David, F.R. *Strategic Management - Concepts & Cases*. Prentice Hall, 2007.
  15. De Wit, B. and Meyer, R. *Strategy: Process, Content, Context - An International Perspective*. South Western Educ Pub, 2004.
  16. Donaldson, L. STRATEGY AND STRUCTURAL ADJUSTMENT TO REGAIN FIT AND PERFORMANCE IN DEFENCE OF CONTINGENCY THEORY. *Journal of Management Studies* 24, 1 (1987), 1-24.
  17. Downes, G. Enterprise Architecture and IT Governance Considerations for Mergers & Acquisitions in Integrating Sarbanes-Oxley. *Journal of Enterprise Architecture* 4, 1 (2008).
  18. Dreyfus, D. and Iyer, B. Enterprise Architecture: A Social Network Perspective. *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2006)*, (2006).
  19. Eisenhardt, K.M. Building Theories from Case Study Research. *Academy Of Management Review* 14, 4 (1989), 532-550.
  20. Espinoza, F. Enterprise Architecture and Change Management. *Journal of Enterprise Architecture* 3, 2 (2007), 29-33.
  21. Foorthuis, R., Hofman, F., Brinkkemper, S., and Bos, R. Assessing Business and IT Projects on Compliance with Enterprise Architecture. *Proceedings of GRCIS 2009, CAISE Workshop on Governance, Risk and Compliance of Information Systems*, (2009).
  22. Glaser, B.G. and Strauss, A.L. *The discovery of grounded theory : strategies for qualitative research*. Aldine Publishing, Chicago, 1967.
  23. Gregor, S., Hart, D., and Martin, N. Enterprise architectures: enablers of business strategy and IS/IT alignment in government. *Information Technology & People* 20, 2 (2007), 96 - 120.
  24. Hafner, M. and Winter, R. Processes for Enterprise Application Architecture Management. *Proceedings of 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2008)*, (2008).
  25. Henderson, J.C. and Venkatraman, N. Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations. *IBM Systems Journal* 32, 1 (1993), 472-484.
  26. Hjort-Madsen, K. Enterprise Architecture Implementation and Management: A Case Study on Interoperability. *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2006)*, (2006).
  27. Hjort-Madsen, K. and Pries-Heje, J. Enterprise Architecture in Government: Fad or Future? *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2009)*, (2009).
  28. Hofer, C.W. and Schendel, D. *Strategy formulation: Analytical concepts*. West Publishing Company St. Paul, MN, 1978.
  29. Janssen, M. and Cresswell, A. The Development of a Reference Architecture for Local Government. (2005).
  30. Janssen, M. and Hjort-Madsen, K. Analyzing Enterprise Architecture in National Governments: The Cases of Denmark and the Netherlands. *Proceedings of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2007 (HICSS 2007)*, (2007).
  31. Janssen, M. and Kuk, G. A Complex Adaptive System Perspective of Enterprise Architecture in Electronic Government. *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2006)*, (2006).
  32. Kaplan, R.S. and Norton, D.P. *The Execution Premium - Linking Strategy to Operations for Competitive Advantage*. Harvard Business School Publishing, Boston, MA, USA, 2008.
  33. Kappelman, L.A., Pettite, A., McGinnis, T., Salmans, B., and Sidovora, A. Enterprise Architecture: Charting the territory for academic research. *Proceedings of Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2008)*, (2008).
  34. Kettinger, W.J., Marchand, D.A., and Davis, J.M. DESIGNING ENTERPRISE IT ARCHITECTURES TO OPTIMIZE FLEXIBILITY AND STANDARDIZATION IN GLOBAL BUSINESS. *MIS Quarterly Executive* 9, 2 (2010), 95-113.
  35. Kim, Y. and Everest, G.C. Building an IS architecture Collective wisdom from the field. *Information & Management* 26, 1 (1994), 1-11.
  36. Kluge, C., Dietzsch, A., and Rosemann, M. How to realise corporate value from Enterprise Architecture. *Proceedings of the 14th European Conference on Information Systems (ECIS 2006)*, (2006).
  37. Langley, A. Process thinking in strategic organization. *Strategic Organization* 5, 3 (2007), 271.
  38. Langley, A. STRATEGIES FOR THEORIZING FROM PROCESS DATA. *Academy Of Management Review* 24, 4 (1999), 691-710.
  39. Lankhorst, M., Jonkers, H., Steen, M., and Doest, H.T. The Model-Driven Enterprise. (2004).
  40. Lindström, Å., Johnson, P., Johansson, E., Ekstedt, M., and Simonsson, M. A survey on CIO concerns-do enterprise architecture frameworks support them? *Information Systems Frontiers* 8, 2 (2006), 81-90.
  41. Luftman, J. and Ben-Zvi, T. Key Issues for IT Executives 2009: Difficult Economy's Impact on IT. *MIS Quarterly Executive* 9, 1 (2010), 49-59.
  42. Lytinen, K. and Newman, M. Explaining information systems change: a punctuated socio-technical change model. *European Journal of Information Systems* 17, (2008), 589-613.
  43. Maier, M.W., Emery, D., and Hilliard, R. ANSI/IEEE 1471 and systems engineering. *Systems Engineering* 7, 3 (2004), 257-270.
  44. Markus, M.L. and Robey, D. Information Technology and Organizational Change: Causal Structure in Theory and

- Research. *Management Science* 34, 5 (1988).
45. Matthee, M., Tobin, P., and Van Der Merwe, P. The status quo of enterprise architecture implementation in South African financial services companies. *South African Journal of Business Management* 38, 1 (2007), 11-23.
46. Mayring, P. *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. UTB, 2007.
47. Miles, M.B. and Huberman, A.M. *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Sage Publications, 1994.
48. Mintzberg, H. *The strategy process : concepts, contexts, cases*. Prentice Hall, Upper Saddle River NJ, 2003.
49. Mohr, L.B. *Explaining organizational behavior*. Jossey-Bass, San Francisco, 1982.
50. Morgan, R.E. and Page, K. Managing business transformation to deliver strategic agility. *Strategic Change* 17, 5/6 (2008), 155-168.
51. Newman, M. and Robey, D. A Social Process Model of User--Analyst Relationships. *MIS Quarterly* 16, 2 (1992), 249-266.
52. Niemi, E. Enterprise Architecture Stakeholders - a Holistic View. *Proceedings of Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2007)*, (2007).
53. Niemi, E. and Ylimaki, T. Defining Enterprise Architecture Risks in Business Environment. *Proceedings of ERBF 2007*, (2007).
54. Oliveira, J. and Nightingale, D. Adaptable Enterprise Architecture and Long Term Value Added Partnerships in Healthcare. *Proceedings of the Proceedings of the Fifteenth European Conference on Information Systems*, (2007).
55. Pentland, B.T. BUILDING PROCESS THEORY WITH NARRATIVE: FROM DESCRIPTION TO EXPLANATION. *Academy Of Management Review* 24, 4 (1999), 711-724.
56. Prahalad, C. and Krishnan, M. The Dynamic Synchronization of Strategy and Information Technology. *MIT Sloan Management Review* 43, 4 (2002), 24-33.
57. Radeke, F. Awaiting Explanation in the Field of Enterprise Architecture Management. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2010)*, (2010).
58. Rai, A., Venkatesh, V., Bala, H., and Lewis, M. Transitioning to a Modular EnterpriseArchitecture: Drivers, Constraints, and Actions. *MIS Quarterly Executive* 9, 2 (2010), 83-94.
59. Rajagopalan, N. and Spreitzer, G.M. TOWARD A THEORY OF STRATEGIC CHANGE: A MULTI-LENS PERSPECTIVE AND INTREGRATIVE FRAMEWORK. *Academy of Management Review* 22, 1 (1997), 48-79.
60. Ross, J. Creating a Strategic IT Architecture Competency: Learning in Stages. *MIS Quarterly Executive* 2, 1 (2003), 31-43.
61. Ross, J.W. and Beath, C.M. Sustainable IT Outsourcing Success: Let Enterprise Architecture Be Your Guide. *MIS Quarterly Executive* 5, 4 (2006), 181-192.
62. Ross, J.W., Weill, P., and Robertson, D.C. *Enterprise Architecture as Strategy. Creating a Foundation for Business Execution*. Harvard Business School Press, 2006.
63. Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., and Grover, V. SHAPING AGILITY THROUGH DIGITAL OPTIONS: RECONCEPTUALIZING THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN CONTEMPORARY FIRMS. *MIS Quarterly* 27, 2 (2003), 237-263.
64. Sauer, C. and Willcocks, L. Establishing the Business of the Future:: the Role of Organizational Architecture and Information Technologies. *European Management Journal* 21, 4 (2003), 497-508.
65. Sauer, C. and Willcocks, L.P. The Evolution of the Organizational Architect. *MIT Sloan Management Review* 43, 3 (2002), 41-49.
66. Seppanen, V., Heikkila, J., and Liimatainen, K. Key Issues in EA-Implementation: Case Study of Two Finnish Government Agencies. *Proceedings of the IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing*, (2009).
67. Silvius, A.J.G., Waal, B.D., and Smit, J. BUSINESS AND IT ALIGNMENT; ANSWERS AND REMAINING QUESTIONS. *PACIS 2009 Proceedings*, (2009).
68. Strano, C. and Rehmani, Q. The role of the enterprise architect. *Information Systems & e-Business Management* 5, 4 (2007), 379-396.
69. Strano, C. and Rehmani, Q. The Profession of Enterprise Architect. *Journal of Enterprise Architecture* 1, 1 (2005), 7-15.
70. Urquhart, C., Lehmann, H., and Myers, M.D. Putting the theory back into grounded theory: guidelines for grounded theory studies in information systems. *Information Systems Journal* 20, (2010), 357-381.
71. Van De Ven, A.H. SUGGESTIONS FOR STUDYING STRATEGY PROCESS: A RESEARCH NOTE. *Strategic Management Journal* 13, (1992), 169-188.
72. Van de Ven, A.H. Review: Organizations and Environments. *Administrative Science Quarterly* 24, 2 (1979), 320-326.
73. Van de Ven, A.H. and Huber, G.P. LONGITUDINAL FIELD RESEARCH METHODS FOR STUDYING PROCESSES OF ORGANIZATIONAL CHANGE. *Organization Science* 1, 3 (1990), 213-219.
74. Veasey, P.W. Use of enterprise architectures in managing strategic change. *Business Process Management Journal* 7, 5 (2001), 420 - 436.
75. Venkatesh, V., Bala, H., Venkatraman, S., and Bates, J. Enterprise Architecture Maturity: The Story of the Veterans Health Administration. *MIS Quarterly Executive* 6, 2 (2007), 79-90.
76. Venkatraman, N. The Concept of Fit in Strategic Management - Towards Verbal and Statistical Correspondence. *American Management Review* 14, 3 (1989), 424-444.
77. Venkatraman, N. and Camillus, J.C. Exploring the Concept of "Fit" in Strategic Management. *Academy Of Management Review* 9, 3 (1984), 513-525.
78. Wagner, C. Enterprise strategy management systems: current and next generation. *The Journal of Strategic Information Systems* 13, 2 (2004), 105-128.
79. Weber, R.P. *Basic Content Analysis*. Sage Publications, 1990.
80. White, C. *Strategic Management*. Palgrave Macmillan, 2004.
81. Wilton, D. The Relationship Between IS Strategic Planning and Enterprise Architectural Practice: Case Studies in New Zealand Enterprises. *PACIS 2008 Proceedings*, (2008), 19.
82. Winter, R. and Schelp, J. Enterprise architecture governance: the need for a business-to-IT approach. *Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing*, (2008).
83. Zajac, E.J., Kraatz, M.S., and Bresser, R.K.F. Modeling the dynamics of strategic fit: a normative approach to strategic change. *Strategic Management Journal* 21, 4 (2000), 429-453.
84. Zink, G. How to Restart an Enterprise Architecture Program After Initial Failure. *Journal of Enterprise Architecture May 2009*, (2009), 31-41.

# M&A driven IT transformation

## Empirical findings from a series of expert interviews in the German banking industry

Andreas Freitag  
Technische Universität  
München  
Boltzmannstrasse 3  
85748 Garching b. München  
andreas.freitag@in.tum.de

Florian Matthes  
Technische Universität  
München  
Boltzmannstrasse 3  
85748 Garching b. München  
matthes@in.tum.de

Christopher Schulz  
Technische Universität  
München  
Boltzmannstrasse 3  
85748 Garching b. München  
schulzc@in.tum.de

### ABSTRACT

Technological, economical, cultural, and political changes constantly lead to new opportunities and challenges in today's highly dynamic business environment. Increasingly, modern enterprises leverage the strategic instrument of Mergers and Acquisitions (M&A) to seize these tempting opportunities and adapt to the altering market conditions. As Information Technology (IT) penetrates the business of almost all enterprises, it has to be considered during virtually any M&A endeavor. Particularly the resulting need for IT transformation in the course of the M&A post merger integration (PMI) phase represents a complex and intricate task in which problem-specific models and tangible methods are of utmost importance. In all cases, the design of such helpful artifacts requires a solid foundation and a profound understanding with regards to the specific context, drivers, and influence factors in reference to the IT transformation. Based on related literature in the field of M&A, we conducted 15 explorative expert interviews with industry partners from the German banking industry, who were involved in a bank merger. In doing so, the interview partners revealed illuminative insights into possible problems, solutions, and pitfalls occurring during the transformation of IT. This article summarizes the key findings of the semi-structured talks and compares them with approaches and statements suggested by current M&A literature resources. In this vein, the stage is set for future research in the realm of IT transformation during M&A situations which can benefit from the empirical grounded results presented within this document.

### Keywords

Mergers and Acquisitions, M&A, IT transformation, Post Merger Integration, PMI

### 1. INTRODUCTION

In the last century *Mergers and Acquisitions* (M&A) have been established as a strategic management instrument by many enterprises [18, 34, 49]. Even today, the appearance of corporate consolidations and re-organizations, which affect the whole enterprise in the form of a multitude of complex transformation projects, remains remarkably high [23]. Thereby, M&A are not individual events, but rather represent common elements of modern business strategies [48].

Although the two words “merger” and “acquisition” are often applied as synonyms, both terms denote slightly different concepts and should not be misperceived [11]<sup>1</sup>. While the former concept refers to a deal, where two separate enterprises agree to form a single corporate entity, latter alludes to friendly or hostile take-overs, usually involving a big enterprise which acquires a smaller one. For ease of reading, the terms “merger” and “acquisition” are applied interchangeably throughout this article. A more detailed delimitation between both concepts is provided by general M&A literature, e.g. [18, 23, 52].

Figure 1 depicts a typical M&A process which in total consists of three distinct phases occurring in stringent succession: merger planning, transaction, and *post merger integration* (PMI) [23, 52].

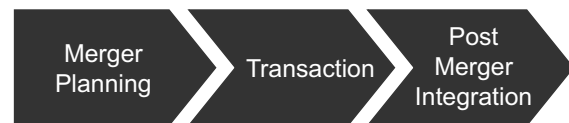


Figure 1: M&A process [23, 52]

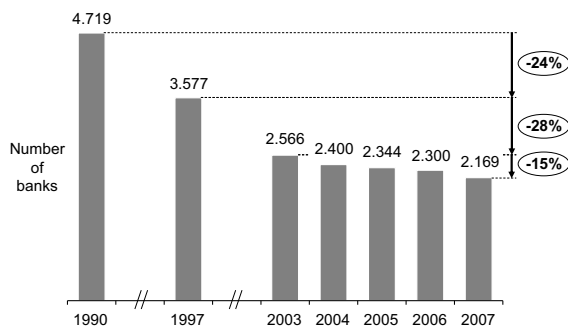
The merger planning phase typically includes strategic planning of corporate M&A activities, environmental analysis, identification of acquisition or merger candidates, and a high-level valuation of target scenarios. The transaction phase commences with the initial contact and negotiations between

<sup>1</sup>Whereas the terms are sufficiently defined and consistently applied in the Anglo-Saxon publications (especially in the United States), German literature still lacks a commonly accepted distinction between both concepts [23].

the enterprises involved. This phase includes financial planning, the due diligence, pre-closing integration planning, and corporate valuation. It ends with the official announcement of the merger, contract signing, antitrust clearance and is completed with the final closing which includes the payment. At this time (also called “Day 1”) the formerly independent enterprises close their deal and legally become one single company. During the PMI phase, a post-closing integration plan is worked out to plan and implement the integration of strategy, organization, business processes, systems, administration, operations, culture, and external relationships of the enterprise. Further activities include monitoring of progress, a formal post merger audit, and a possible follow-up restructuring.

The pivotal motivation for M&A activities consists in the realization of an increased market power through inorganic growth, leading to economies of scale and cost reductions or revenue enhancements and new business growth opportunities [4, 17, 50]. Moreover, new markets may be accessed through the enlargement of the product and service portfolio targeting at economies of scope [41]. On the reverse side, recent empirical studies still reveal high failure rates with regards to the achievement of previously defined merger objectives [2, 17, 18, 34].

Regarding the different industries, particularly the banking sector is subject to recent reshaping activities [17]. According to European Central Bank’s (ECB) reports on banking structures, the number of credit institutions especially in the German market strongly declined in previous years [13, 17]. Furthermore, the economic effects of the financial crisis catalyze the already prospected changes in the established market structure. This significant reduction in Germany, depicted in Figure 2, is by far the largest in comparison to other European countries [13].



**Figure 2: Consolidation of the German banking industry in the last 20 years [13]**

Still, the number of different banks in Germany outweighs other European countries. The ECB and other finance experts predict further bank mergers in this highly fragmented market, in particular between relatively small savings and cooperative banks [25, 50].

Among others, the *Information Technology* (IT) represents one significant dimension in the present-day banking business model [8, 43], as

- banking establishments intensively rely on gathering, processing, analyzing, and providing information,
- banking core business processes are strongly dependent on IT support, and
- IT is one of the main assets with regards to annual spendings.

Consequently, considering IT during a banking merger is indispensable for the overall success of the transformation project. Especially IT integration carried out in the course of the PMI phase deserves closer attention given that this phase implies the substantial part of the overall transformation workload [2, 7, 35, 52]. For ease of reading, the terms integration, merge, and consolidation are used synonymously in the following by referring to a complete amalgamation of two or more enterprises resulting in one remaining company. Nonetheless, the authors are aware of further refinement as for instance provided by [29, 36, 51].

However, as stated by several authors in scientific literature, the issue of IT transformation in the context of M&A has only received little consideration on the part of academia so far [1, 33, 34, 49]. As one example, Alranta et al. [1] advocate the need for research “*since literature on post-merger IS issues is sparse, and furthermore, it has been claimed that the research has been case-specific and anecdotal in nature, and has appeared in practitioners’ rather than academic journals.*”. Nonetheless, before starting out to diligently build new theories and design new artifacts, a solid foundation with respect to the specific context, drivers, and influence factors of the IT transformations during M&A is indispensable. This can be accomplished in conducting field research aiming at understanding organizational phenomena in context [39].

Continuing merger activities in the German banking sector, researchers who argue for further research in the realm of IT transformation during M&A, in addition to a research discipline which is contingent on previous field research prompted us to carry out 15 explorative interviews. The present document represents the research findings from a series of semi-structured expert interviews with different stakeholders involved in IT transformation during mergers in the German banking industry. Among others, we intended to address subsequent questions:

- Which “white spots” found in the practical field of M&A deserve further consideration by researchers?
- Are there specific best-practices, thus reoccurring methods and models applied by the practitioners during the M&A process in particular the PMI phase?
- Do practical findings match with current literature centering around M&A?

The remainder of this article is structured as follows: Section 2 illustrates the research approach consisting of the three steps: literature study, expert interviews, and data evaluation. Section 3 presents the collected results by also



taking related work from academia and practice into account. Section 4 concludes our work with a critical reflection of the research approach as well as the results and provides indications on future research topics in this area.

## 2. RESEARCH APPROACH

In order to shed light on IT transformation during M&A from an empirical perspective we carried out 15 interviews involving different experts actively participating in merger situations. Originating from social science, *Grounded Theory* (GT) is an approach to evaluate primarily qualitative data (e.g. interview transcripts or observation minutes) to generate theories. According to Glaser and Strauss [19], so-called grounded theories relating to a certain phenomenon can be discovered, elaborated, and preliminarily confirmed by systematical collection and evaluation of data. Furthermore, both researchers propose *theoretical sampling* as a method for comparative analysis. The idea is to analyze a collection of independent pieces of information by selecting a set of cases according to their potential to reveal new insights and findings, while a representative character has less priority. In our research, we followed a structured approach consisting of three sequential steps: literature study, expert interviews, and data evaluation.

During the first step, we carried out an extensive literature study on the multifaceted research topic of M&A comprising more than 170 sources. The basic working result was consolidated by means of an interview mind map, which points out a general structure of our defined research area. The mind map is structured around 13 core topics we as the authors judged as relevant to research for IT transformation in the context of M&A: the main characteristics of a merger project, key success factors for PMI, the role of IT, the IT integration team, a knowledge repository, the target IT organization, usage of common terminology, application migration, data migration, testing, metrics and KPIs, workarounds, and merger readiness. The decision for these topics was motivated by the following reasons: research need explicitly stated by scientific literature, topic mentioned in preliminary talks with practitioners, personal experiences, and interest of our research group. Finally, a conversation guideline containing 58 open questions centering around these core topics was compiled as a basis for subsequent expert interviews (cf. [24]). Due to space limitations the mind map as well as the conversation guideline cannot be provided here but are available by the authors on demand.

The second step consisted of a series of semi-structured interviews we carried out between September and December 2009. The target group comprised merger-experienced professionals holding different roles in different companies from the German banking sector. Thereby, the interview partner selection relied on theoretical sampling as key technique of GT [19]. Due to their different perspectives on IT transformation in the context of M&A, the sample group born the potential to reveal new insights and findings. Figure 3 shows the distribution of our interview partners across the different IT stakeholder groups involved in a merger: the bank’s internal IT organization, external IT service providers, and external consultants. Obviously, our interview partners originated from IT organization and their suppliers. Table 1 lists the different roles of our interview partners and the type of

their organization. Due to confidentiality reasons, we have omitted the real names of the participants as well as the name of their organizations.

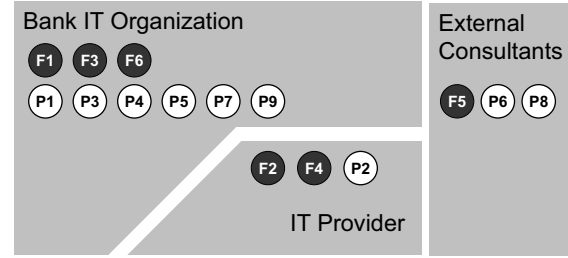


Figure 3: Grouping of the interview partners

ID	Role of interviewee	Organization type
F1	Principal IT architect	German universal bank
F2	CEO	German IT provider for banking
F3	Chief IT architect	International universal bank
F4	Divisional head	German IT provider for banking
F5	IT consultant	International consultancy
F6	Head of IT	German universal bank
P1	Principal IT architect	German universal bank
P2	Lead business architect	German IT provider for banking
P3	Enterprise architect	Captive bank automotive
P4	IT process manager	International universal bank
P5	Managing director	European financial institution
P6	IT consultant	International consultancy
P7	Lead business architect	German universal bank
P8	Business consultant	Financial services
P9	Lead application architect	International universal bank

Table 1: Roles & organization types of the interview partners

In all, we performed six face-to-face ([F1]-[F6]) and nine telephone interviews ([P1]-[P9]) with an average duration of two hours. During the interviews, the order of addressing the different core topics was kept flexible and some leeway was given in favor of the specific knowledge of the expert. However, we insisted on answering the complete set of questions. All interviews were performed by at least two persons allowing for questioning and minutes writing in parallel. In addition, face-to-face talks were taped via voice recorder, a fact all the interview partners were aware of when responding to the questions.

As a third step, collected data was prepared, analyzed, and consolidated. Therefore, the voice recordings were transcribed by re-listening to the interviews. Afterwards, they were paraphrased together with the minutes in adhering to the structure of the elaborated interview mind map. For each core topic, the interview statements were compared to the literature studied in the course of step 1. The resulting research findings of the interviews are presented in Section 3. The sequence of core topics follows the idea of starting with the general merger context (e.g. special characteristics of a merger project and key success factors) before focusing on the IT transformation (e.g. role of IT during the merger, project team, different migration tasks, decisions).

### 3. RESEARCH FINDINGS

In this section, the main results regarding the 13 core topics of IT transformation during M&A are presented. For each topic, the research findings originating from the interviews are pointed out and compared to current literature.

#### 3.1 Characteristics of a merger project

Mergers are complex business transformation projects which affect the entire enterprise by including massive reengineering and integration efforts [30]. In addition, a merger is typically performed under a multifaceted set of boundary conditions given by legal regulations (e.g. company law, labor legislation, fiscal law, and competition law) and the regulatory environment (e.g. market regulations or corporate governance guidelines) [44]. Furthermore, a large number of stakeholders from multiple disciplines have to be managed [43] and cultural differences have to be considered [10, 50]. Like any project, a merger is performed and completed within the interdependent constraints of given scope, time, and costs [28, 40].

The high complexity and strong external influences have been reconfirmed by our interviewees. They especially stressed the interdependence of the different components of an enterprise (organization, business processes, IT application landscape, infrastructure, etc.). The interviewees reported, that time as a project constraint was often fixed for immediate measures during the transaction phase and the early PMI phase, e.g. the establishment of a common presence in the market regarding brand, products, and customer service. Later, during the PMI phase, additional mid/long-term measures were initiated for internal integration work between the enterprises as well as for business and IT optimization. The interviewees confirmed the importance of comprehensive stakeholder management and the establishment of adequate communication means. They also emphasized that cultural differences of the merging enterprises have lead to substantial loss in working efficiency.

#### 3.2 Key success factors

The availability of a clear business vision, a stringent approach with clear decisions, defined roles and rules for collaboration, as well as strong stakeholder management and communications are key success factors during a merger. Our literature research produced the subsequent list, which is mutually agreed upon by the majority of authors ([15, 21, 22, 23, 43, 44]):

- Clear business vision, commitment, explicitly described and measurable
- High aspiration level, definite directions, common performance indicators
- Stakeholder management, effective communication, and corporate cultures
- Project organization (structures and processes)
- Coordinated and holistic planning of business and IT
- Consistent decisions for business and IT
- Knowledge management

- Risk management
- Realize growth and demonstrate early wins

The interviewees mainly stressed the availability of a clear business vision, a stringent approach with clear decisions, defined roles and rules for collaboration, as well as strong stakeholder management and communications. According to our interview partners, the aspired merger goals and benefits have been defined by the business organization. Nevertheless, in their opinion business planning should also incorporate dependencies and constraints on IT level. Therefore, they demanded a clear business vision to identify potential conflicts and dependencies, which arise from requirements and constraints (e.g. aspired time-to-market vs. actual merger readiness, achievement of estimated cost savings vs. fast integration progress).

#### 3.3 Role of IT

During a merger, IT has to fulfill multiple roles: backbone of daily business operations, basis for business process target design, and subject for integration and rationalization [8, 41]. There was a mutual consent among our interviewees, that IT is not the main driver for M&A in the German banking industry. In addition to general economies of scope and scale, they pointed out cost reductions on the business side (e.g. rationalization of functional units, consolidation of the branch network) and extensions of the business model (e.g. direct banking) as main motivation.

Regarding IT, the partners confirmed that the consolidation of application landscapes and infrastructure also provides a remarkable potential for cost reductions. Consequently, the progress and quality of IT integration can significantly influence business operations with potential negative implications on customer retention and compliance to law and regulation. Among the interviewees, PMI of IT was considered to be one of the most challenging tasks during a merger. They stated, that IT should be in the scope of planning activities directly from the beginning of the M&A process, in order to estimate the feasibility and costs of the integration. Today, PMI of IT is planned and moved forward by the IT department itself so the partners. They also reported about positive experiences from close collaboration between business and IT departments to ensure a clear understanding of the bank's new strategic orientation and the implied consequences for IT.

#### 3.4 IT integration team

As emphasized by [9, 18, 32, 35, 43], IT transformation during M&A requires an immediate strong staffing level including experienced experts in order to cope with the additional and complicated work besides the day-to-day tasks of an IT department. This was confirmed by several interview partners, who additionally pointed out that IT employees from both merging enterprises were needed in order to merge the existing application landscape and technological infrastructure.

Outsourcing and offshoring integration tasks were not regarded as a valuable mean due to their intrinsic complexity. Aside from small and simple outsourcing activities, interviewees admitted to prefer their own in-house work force

to outsourcing or offshoring labor, even if induced costs are higher in the first run. Instead, the partners underlined that internal staff originating from the merging companies is partly supported by third-company consultants bringing in their experience from past IT transformations in order to help out on an operational and routine level. This matches with literature [5, 31, 53] which additionally emphasizes the insufficient knowledge of external workforce regarding the existing application landscape. However, for some key areas (e.g. specialized on process analysis, data migration, IT infrastructure consolidation) the interview partners confirmed to purposefully employ consultants who advised and guided internal staff not possessing the necessary proficiency.

As major contributions, interview experts highlighted the specific integration know-how, experience, and tools (e.g. meeting schemes, data migration methods, testing models) consultants brought to the table when being assigned to the different integration tasks. Furthermore, the partners stated that consultants were also able to remedy social problems occurred in the course of the transformation, i.e. arbitrating the arguments emerging from the heat of discussion over the future application landscape and infrastructure. Many partners confessed that since the external moderators were considered as being neutral, independent, and unprejudiced, energy-taking friction and tension between the merging IT departments could be reduced significantly.

### 3.5 Knowledge repository

Preserving and holding ready the specific IT transformation know-how which was gained in the course of past M&A activities is vital for an organization which pursues an inorganic growth strategy. If stored in a centralized and well-prepared knowledge source, the structured experiences ease the successful planning, implementation, and accomplishment of future mergers. Literature suggests to establish a shared merger repository [30, 31, 35, 43] also referred to as M&A knowledge management system. Once set up, this valuable resource may serve as a common basis by making important integration decisions more transparent, comprehensible, and methodologically sound for the participating stakeholders.

The idea of a knowledge repository was spawned during the interviews, whereas no distinction between high-level and precise IT transformation domain knowledge (e.g. specific data migration methods, application selection processes) was made to allow a broad range of answers. According to the majority of interview partners, practical experience was predominantly implicitly available among the individual team members at the time IT integration work was started. They also acknowledged the mutual learning process the prior separated IT departments went through when working jointly on the different integration tasks.

Only two out of 15 experts referred to written textbooks representing a structured collection of the enterprise's past M&A experiences. However, both partners emphasized the valuable guidance those books provided during subsequent merger endeavors. Besides these more textual related means to sustainable IT transformation in the future, no explicit composition and fostering of a shared data source was mentioned by the interviewees. Mainly due to the high opera-

tional workload in the course of the integration phase, only temporal knowledge exchange solutions (e.g. web portal, wiki) but no sustainable efforts were made aiming at preserving know-how and experience.

### 3.6 Target IT organization

As described in [18, 43, 50] the majority of interviewees mentioned that the organizational structure as well as the actual role allocation of the new merged enterprise was established in a cascading style. In respect thereof, top management appointed second level management, which in turn appointed middle management, and so forth. All interview partners agreed upon an early and fair communication of the company-internal application process regarding the available job positions and roles connected in order to avoid unclarity and frustration among the IT staff. Further, some partners emphasized the usage of an application scheme consisting of interviews and feedback sessions with the former as well as the new line manager whereas such a schema served to measure the degree of the applicant's suitability by also guaranteeing a comprehensible, reproducible, and transparent application process for all applying candidates. Only one partner considered the geographical closeness of two enterprises as a relevant factor to make a staffing process easier.

The risk of resistance by internal staff is often characterized as a main stumbling block in literature [18, 32, 42]. The advice given most frequently is to clearly and transparently communicated changes within the IT organization as soon as management has come to a decision. When questioning the interviewees about the lack of future perspectives regarding selected IT employees (e.g. an application owner integrates his/her application which will be phased-out after the IT transformation), the partners stressed again the importance of an early communication. They also suggested the identification and demonstration of future tasks besides incentive means and additional fringe benefits as an appropriate mean to address the risk of personal resistance. Furthermore, one interviewee pointed out to strictly separate between the application process for the new IT department and the integration work.

Another phenomena described in literature consists in the increased employee fluctuation amplified by uncertainty and instability a merger situation brings usually along [18, 43, 45]. In particular, the loyalty and motivation of high potentials and technical experts are at stake given that both groups are aware of their value on the job market and have probably already contacted competing enterprises. The criticality of core human capital of the merging enterprises also known as "brain drain" was confirmed by the interview partners, who additionally emphasized that especially external recruiters give the newly formed enterprise a hard time.

### 3.7 Terminology

Before the actual transformation work is initiated, a common terminology for business and IT as well as between both departments must be discussed and clarified. Only with a common and shared understanding of the fundamental concepts and their interrelations, the different elements of the merging enterprises (e.g. organization, business processes, IT application landscape, infrastructure) can be integrated. Surprisingly, when having a look on M&A literature, the

challenge of establishing a uniformed terminology between enterprises as well as business and IT departments is not addressed in detail. However, the value of a shared vocabulary is explicitly referred to when it comes to data migration [14, 32].

According to the interviewees, the question of a common terminology should be tackled at the outset of the transformation. In most cases, dedicated planning sessions were scheduled aiming at the definition of a stable foundation of terms. Some interviewees regarded these activities as being less of an issue, others emphasized that an unification of terminology is a crucial task that cannot be neglected. Generally, the vast majority of interview experts distinguished between the business and IT terminology by also pointing out, that even slight syntactical differences of both enterprises' word pools may have a huge impact on the semantics sense (e.g. concept of customer: single person, family, couple, household).

Even if the interview partners commonly stated that determining a common word set can be painful, they do not consider this phase as a major pitfall during the integration process. Very often, terminology is substantiated when detailing the PMI plan and elaborating its specific content. A subset of them mentioned industry-specific regulations e.g. *Basel II* [12] or the *Markets in Financial Instruments Directive* [16] as being a valuable source for predefined and well-understood set of terms since those official documents turned out to facilitate the labor-extensive task significantly.

### 3.8 Application migration

Considering the application selection process, no standardized strategy in valuating and selecting the applications of a landscape could be identified throughout the interviews. However, in most cases, the partners' enterprises either opted for an absorption (a.k.a. "steamroller" or "take-over approach" [37, 45, 52, 53]) of one landscape by a second or for a replacement of both landscapes' applications in favor of one core banking system. As the interviews revealed, bank organizations tended to the first alternative, while IT providers preferred the second one. The interviewees were aware of the commonly known "best-of-breed", "cherry-picking", or "symbiosis" approach ([37, 45, 52, 53]), but admitted that pursuing this strategy becomes too complex and time consuming. Interesting to know, that several of them described cherry picking as "*the death of interfaces*" one would die after attempting to modify the selected applications' interfaces. Another interviewee confessed, that his enterprise attempts to pick an application depending on the technical, functional, and economic perspective. In each situation, a case differentiation is made by sticking to the three perspectives. Finally, approaches like greenfield or co-existence of different applications, often evoked in literature [37, 45, 52, 53], were not regarded as being realistic by the interviewees due to high implementation costs and complexity.

To each interviewee it seemed crystal clear that the subsequent migration workload was inherently tied to the decision which application is going to survive or decommissioned respectively. Everyone agreed upon the complex and time-consuming work entailed by application landscape transformation activities. The experts added that migration work

possess a mid- to long-term character, normally starting with the official announcement of the merger. Furthermore, they stressed the importance of quickly consolidating the formerly independent IT project portfolios interrelated to each landscape in logical consequence of the application selection.

Almost all partners confessed a considerable influence of the merger type (e.g. friendly takeover, merger of equals, acquisition, etc.) and the induced political behavior of business on the selection of future applications. Notwithstanding, the interviewees emphasized that the IT departments support the decision process from a technical perspective. The general decision, which application landscape is the dominant one and thus absorbs the second landscape, was primarily taken by business. Even in some cases, the technical less attractive and seminal landscape was picked based on the business decisions made before. From the perspective of the interviewed IT providers, the choice which application has to be kept alive, was less severe since it was obvious to all stakeholders that the hosted standard solutions would be selected. Nonetheless, specific subsystems were often tolerated and integrated via adapter technique, given that a functional extension of the standard solution with the functionalities of the subsystems would be too expensive.

After defining the future application landscape, migration work has to start, a topic which was covered by a second set of interview questions. The partners stressed the fact, that the actual migration work is still ongoing even when the closing of the merger occurred months or even years before. However, several among them highlighted that not the migration objects themselves (thus the underlying technology reflected in applications and infrastructure) or the tools are decisive, but the specific methodology, i.e. the way how these objects are integrated.

Regarding the migration, a distinction between banks and IT provider has to be made again. When asking the former group, the interviewees preferred a *big bang* migration weekend representing a dedicated point in time when old applications are decommissioned and new ones are instated. The shorter time frame was mainly justified by a reduced complexity. However, the interviewees also admitted to soften this harsh approach in the course of the migration work. Hence, several mostly independent or less critical applications in terms of customer impact were already migrated before the big bang weekend took actually place. In contrast, applications with a lower priority regarding the customer could wait. IT provider reported on setting up their standard software solution in a first step before integrating individual subsystems afterwards. For the providers, the application migration process represents a repetitive task, which is processed similarly irrespective of the individual customer. The concerned interviewees reported to have developed a professionalized migration approach over time and also added, that the transformation on standard software was mostly implemented in series on a subsidiary level ranging from 5-10 offices each time.

A couple of interview partners recommended to prepare the old application landscape, which is subject to abandonment by implementing necessary migration changes (e.g. manda-

tory data interfaces). Afterwards, the applications are integrated or replaced in (or respectively by) new applications, whereas now the customers are already familiar with these changes. In this vein, these customers associate the discomfort and inconvenience with the former enterprise instead with the new one. However, most of the interviewees consider the migration of application as a challenging aspect from both, a technical and organizational perspective.

### 3.9 Data migration

The integration of business applications during M&A situations represents one main reason for data migration endeavors as described by [14, 20, 43, 46]. Interviewees were questioned regarding the data migration challenges they were facing. Thereby, many partners accentuated that data migration represents a critical point when transforming the application landscape caused by the enormous complexity of the interrelating data sets as well as the changes made in parallel to the target applications. This is confirmed by literature [6, 20, 43], which further points out that data migration is often underestimated in the context of the PMI phase. All interview partners emphasized the challenging and labor-extensive character of data migration and suggested a big bang approach during days of less business activity. Since the participating enterprises are still offering their services to the customer, data of one specific set (e.g. account, customer, contract, transaction, product, country, etc.) cannot be transferred in part, making migration in bulk inevitable. Several interviewees highlighted the importance of a logical and physical mapping of the data before the migration work can be carried out. Logical mapping contains the semantic mapping process between source and target data model (e.g. definition of customer, taxes, revenue development, addresses, rating results) and is performed as a first step. Secondly, the physical source data model is mapped to the target model before a migration process is initiated.

In literature a differentiation between primary- (e.g. customer, contract, etc.), secondary- (derived data through e.g. business intelligence), and archive data (mostly for legal reasons) as well as master- and transaction data is typically made [14, 32]. However, only few interview partners elaborated on the different data types in detail when being asked regarding the data migration process. This may be justified by the fact, that data migration only represented one subject discussed in the interviews. The partners commonly confirmed that their data migration process and results steadily improved due to staff's experience as well as the adaption of supporting tools. Latter consisted mostly in migration tools, *extract transform load* (ETL) software, as well as self-developed tools. When being asked for improvements of data migration in the past years, several interviewees pointed out that tools have become more efficient and easier to use, particularly for large data volume. Looking up specific data migration methods, models, and concepts, very few literature turns out to be precise and elaborated enough in providing detailed pointers. As a prominent example Brodie and Stonebraker [6] as well as Moris [38] are cited here who both cite M&A as one driver for data migration. Especially in the case of IT providers and banking establishments possessing a standard core banking system, the conducted interviews showed that those enterprises carry

out migrations by repeatedly applying a standardized and optimized transformation scheme.

### 3.10 Testing

As a main symptom of a merger, a huge number of self-developed or commercial applications are built and extended requiring unit-, integration-, and user acceptance tests in order to ensure the fulfillment of the desired functional and non-functional requirements [3, 5]. The time constraints in M&A scenarios coupled with the huge transformation scope and the variety of stakeholders demand for a well-defined and sophisticated approach aiming at comprehensively testing the functioning of the transformed and adopted IT. However, literature does not propose dedicated testing methods which are explicitly dedicated to merger situations.

Testing of the recently integrated application landscape and the underlying IT infrastructure was deemed important by all interviewees. Hence, testing strategies as well as elaborated methodology were worked-out in detail before the test runs were performed. In particular, a couple of partners highlighted the early availability of a testing environment before the actual migration takes place, covering basic functionalities of the target IT landscape. This dedicated environment should contain the main properties of the new bank's IT in order to allow simulations beforehand. The interviewees emphasized the value of realistic data test samples. Especially the group of IT providers reported, that since their target system landscape always consists of their respective core banking application, several test methods with a high maturity level are applied each time the old landscape has been transformed to the new one. Considering the different test types, automated load and stress tests in combination with user consistency, plausibility, and completeness checks were performed by several interviewees. Subsequently, the results were manually and automatically compared to the figures calculated by the applications which were subject to a phase-out.

### 3.11 Metrics and KPIs

Unfortunately, extensive literature research did not reveal specific metrics and key performance indicators (KPIs) used to a considerable degree during M&A situations. In turn, general literature like [26, 27] may be adopted to the specific context of a merger. In the course of the interviews, the partners were also asked about metrics and KPIs they were explicitly applying during the IT transformation project. Thereby the questions aimed at the integration progress indicators as well as at metrics for the single integration objects (e.g. application security, application interoperability, infrastructure component performance).

Several interview partners confirmed the usage of the standard project management KPIs which follow the project triangle, hence costs, schedule, and scope (cf. [28, 40]) as well as the resulting quality. Furthermore, the interviews stated to not make use of any integration or migration metrics to measure the overall transformation progress during the transformation. The majority of the partners rather explicitly focused on performance measurements regarding concrete integration objects, e.g. the fulfillment of non-functional requirements of a target application. When it comes to concrete indicators, million instructions per sec-

ond (MIPS) and central processing unit (CPU) cycles were named among others as being collected on the part of the partners in order the measure application performance. As a main reason, one interviewee reported an intensified application of metrics and KPIs to ensure uninterrupted business operation during the PMI phase.

### 3.12 Workarounds

Especially in the ongoing heat of the PMI phase, time is a very precious and limited resource given that each day with an unstable application or infrastructure business's effectiveness and efficiency [18, 43] is compromised. Interview partners were questioned about auxiliary workarounds and temporary makeshift solutions they deliberately implemented in the course of their IT integration projects, a topic which again is not profoundly addressed by current M&A literature.

As valid reason, several interview partners pointed out that short-term workarounds may help to mitigate risks and to save valuable time besides the fulfillment of regulatory constraints requiring a quick response on the part of IT through the realization of specific application functionalities. As a concrete example, two interview partners stated that they functionally extended a legacy application, which was not part of the target IT landscape. Not surprisingly, the interviewees were aware of the sub-optimality of these intermediary steps and clearly documented these temporary solutions. After the higher prioritized initiatives have been implemented and synergy potentials were realized in IT, cleanup projects were launched to rectify those auxiliary solutions.

The majority of the interviewees confirmed workarounds and makeshift solutions as being a veritable alternative during IT integration since business value often prevails over IT development efficiency. Hence, in the first place it was important to realize synergy potentials and render enhanced or completely new designed services to business before particular emphasis was placed on application landscape and infrastructure.

### 3.13 Merger readiness

In case an enterprise's corporate strategy includes inorganic growth, a professional M&A process can turn out to be a competitive advantage [35, 47]. In this case, an established M&A process is part of an actively managed capability with clear ownership [47]. Several interview partners mentioned that the maturity of their capability for integrating IT increased with the number of mergers the enterprises has performed in the past.

Furthermore, the M&A organization needs a suitable knowledge management system to collect and systematically store experiences [30, 31, 35, 43]. During the interviews, various information sources were named when the question about merger competences was raised. According to the experts, the merging enterprises were mutually contributing to the IT transformation success by exchanging their company-internal merger know-how and experiences. This was especially important during the first steps of the IT transformation. Additionally, all partners made a clear distinction between business and IT related merger competences. The

interviewees who were engaged in mergers between universal banks of equal size mainly focused on the ex-post debriefing of experiences made. Furthermore, representatives from banks with a communicated growth-oriented business strategy highlighted the value of a pro-active establishment of a dedicated M&A competence team.

## 4. CONTRIBUTION, LIMITATIONS, AND FUTURE WORK

In a constantly changing business environment M&A represent a powerful strategic instrument which is increasingly applied by today's enterprises. In particular, the fragmented German banking industry is subject to market consolidations through mergers as demonstrated by recent statistics. Since IT represents a pivotal dimension especially for the banking sector, its transformation in the course of a merger has to be accorded top priority besides other topics like juridical, financial, and organizational integration. However, current literature which on the one hand provides a sound empirical basis for IT transformation during M&A and on the other hand may be helpful in devising design artifacts is sparse.

Based on 15 semi-structured interviews with IT experts from the German banking industry we shed light on a variety of crucial aspects enterprises are confronted with when transforming IT in M&A situations. Adhering to the idea of grounded theory, the resulting set of key findings complemented by current M&A literature provide researchers a qualitative foundation they may draw on when building further theories. Possible continuative studies should comprise a validation on a broader empirical basis as well as an elaboration of predictions considering the future role of IT during mergers. This could also include the formulation and evaluation of concrete research questions arising from the findings presented in this paper. Moreover, cognition and comprehension of the subject should be advanced in order to identify common opinions as well as to extract reoccurring problems in addition to methods and models addressing them. This may also comprise the analysis of completed merger events as well as the according IT transformation activities in conjunction with an assessment of the present situation.

We are aware of the introductory character of the results treating the topic IT transformation during M&A only in limited depth. Since the primary goal was to cover a wide range of concerns in order to identify white spots given the time constraints of an interview, we did not dwell on each core topic in detail. However, during further empirical research activities the scope of the interviews may be limited in favor of an increased level of detail. For instance, work on a dedicated topic in close cooperation with additional feedback of interview experts will unfold new and relevant insights for a specific sub-area of M&A.

Besides the different stakeholder groups of the the interviewees (i.e. Bank IT organization, IT provider, external consultants), this article does not make any distinction with respect to the different banking types (e.g. commercial banks, saving banks, and cooperative banks). By reason of their diametral business models and roles in the German banking industry, we assume that there are significant dispari-

ties regarding the IT transformation concerns. Furthermore, this article does not make any distinction regarding different merger types and their proper characteristics (e.g. cross-border vs. national, merger vs. acquisition) which may correlate with the main goals and principal conditions an IT transformation endeavor is exposed to.

In our research, we chose the German banking industry knowing about the importance of IT as well as the M&A activities particularly in this field. In the following, the scope of our work could be extended by examining other sectors (e.g. information technology, pharmaceutical industry) and by comparing industry-specific with industry-independent IT transformation aspects. Thereby, one decisive factor may consist in the annual spendings for IT compared to the overall costs. It may be assumed that enterprises which spend relatively more money for IT are confronted with a different dimension of transformation problems than companies where IT solely fulfills an inexpensive supporting function.

This article mainly focuses on the PMI phase, as the main period where IT transformation is planned and implemented. Since planning for IT may take place at an earlier stage, the merger planning and transaction phase have to be factored in as well when carrying out further research. In this respect, more attention should be ascribed to the business perspective, given that business decisions in the early merger phases have a significant impact on subsequent transformation of IT. In this respect, next steps could comprise the conduction of interviews with representatives from the banking business organization, revealing their distinctive views and insights considering the role of IT during mergers.

## 5. ACKNOWLEDGEMENTS

The research findings presented in this paper were possible thanks to the support of all interview partners. We wish to acknowledge the industry partners for their help and important contributions as well as their time spent.

## 6. REFERENCES

- [1] M. Alaranta. Evaluating Success in Post-Merger IS Integration: A Case Study. *Journal of Information Systems*, 8(3):143–150, 2005.
- [2] M. Alaranta and S. Henningsson. An approach to analyzing and planning post-merger IS integration: Insights from two field studies. *Information Systems Frontiers*, 10(3):307–319, 2008.
- [3] H. Balzert. *Lehrbuch der Softwaretechnik: Softwaremanagement (German Edition)*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Germany, 2nd edition, 2008.
- [4] C. B. Bark. *Integrationscontrolling bei Unternehmensakquisitionen: Ein Ansatz zur Einbindung der Post-Merger-Integration in die Planung, Steuerung und Kontrolle von Unternehmensakquisitionen*. Peter Lang, Frankfurt am Main, Germany, 1st edition, 2002.
- [5] D. Berensmann and S. Spang. IT-Integration nach Unternehmenszusammenschlüssen - eine Herausforderung an das Topmanagement. *Information Management & Consulting*, 13(4):35, 1998.
- [6] M. L. Brodie and M. Stonebraker. *Migrating Legacy Systems*. Morgan Kaufmann Publishers In, San Francisco, CA, US, 1st edition, 1995.
- [7] D. Brown. Don't overlook IT in the merger, 2001.
- [8] J. Buisset. *Post Merger Integration bei Banken und Versicherungen*, 2009.
- [9] R. A. Chang, G. A. Curtis, and J. Jenk. *Keys to the Kingdom: How an Integrated IT Capability Can Increase Your Odds of M&A Success*. New York, USA, 2002.
- [10] R.-d. Chao and F.-r. Lin. A Multiple Case Study on Post-Merger IT Integration with IT Culture Conflict Perspective. In *Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS 2009)*, pages 1–10, Waikoloa, Big Island, Hawaii, 2009.
- [11] D. DePamphilis. *Mergers, Acquisitions, and Other Restructuring Activities, Fifth Edition: An Integrated Approach to Process, Tools, Cases, and Solutions (Academic Press Advanced Finance Series)*. Academic Press, Burlington, MA, USA, 5th edition, 2009.
- [12] Deutsche Bundesbank. Basel II - the new Capital Accord, 2006.
- [13] Deutsche Bundesbank. Monatsbericht 02/2010, 2010.
- [14] R. Dippold, A. Meier, A. Ringgenberg, W. Schnider, and K. Schwinn. *Unternehmensweites Datenmanagement - Von der Datenbankadministration bis zum modernen Informationsmanagement*. Vieweg, 4th edition, 2005.
- [15] M. J. Epstein. The Drivers of Success in Post-Merger Integration. *Organizational Dynamics*, 33(2):174–189, 2004.
- [16] European Union. Markets in Financial Instruments Directive, 2004.
- [17] F. Fiordelisi. *Mergers and Acquisitions in European Banking*. Palgrave Macmillan, New York, NY, USA, 1st edition, 2009.
- [18] J. Gerds and G. Schewe. *Post Merger Integration: Unternehmenserfolg durch Integration Excellence*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, 3rd edition, 2009.
- [19] B. G. Glaser and A. L. Strauss. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Aldine Transaction, Aldine, Chicago, IL, 1967.
- [20] H. H. R. Glöckle. *IT-Integration und Migration - Konzepte und Vorgehensweisen*, volume 257th, pages 7–19. dpunkt.verlag, Heidelberg, Germany, 2007.
- [21] B. Görtz. *Due Dilligence als Schlüssel zum Erfolg von Mergers & Acquisitions*, pages 519–532. Wirtz, Bernd W., Wiesbaden, Germany, 2006.
- [22] M. M. Habeck, F. Kröger, and M. Träm. *Wi(e)der das Fusionsfieber. Die sieben Schlüsselfaktoren erfolgreicher Fusionen*. Gabler, Wiesbaden, Germany, 2nd edition, 2002.
- [23] S. A. Jansen. *Mergers & Acquisitions: Unternehmensakquisitionen und -kooperationen. Eine strategische, organisatorische und kapitalmarkttheoretische Einführung*. Gabler, Wiesbaden, Germany, 5th edition, 2008.
- [24] D. Kanwischer. *Experteninterviews - die Erhebung, Verwaltung und Dekonstruktion von Expertenwissen*. Jena, Germany, 2005.
- [25] M. Koetter. Evaluating the German bank merger

- wave. volume 12, page 44, Frankfurt a. M., Germany, 2005. Deutsche Bundesbank.
- [26] M. Kütz. *IT-Controlling für die Praxis*. dpunkt.verlag, Heidelberg, Germany, 1st edition, 2005.
  - [27] M. Kütz. *Kennzahlen in der IT. Werkzeuge für Controlling und Management*. dpunkt.Verlag, Heidelberg, Germany, 3rd edition, 2008.
  - [28] J. Lewis. *Project Planning, Scheduling & Control: A Hands-On Guide to Bringing Projects in on Time and on Budget*. McGraw-Hill, New York, NY, USA, 4th edition, 2006.
  - [29] H. Linß. *Integrationsabhängige Nutzeffekte der Informationsverarbeitung: Vorgehensmodell und empirische Ergebnisse*. Dissertation, Universität Göttingen, Wiesbaden, Germany, 1995.
  - [30] K. Lucks. Nur systematisches Vorgehen bringt Erfolg, 2002.
  - [31] K. Lucks. *Mergers & Acquisitions: A Systematic Procedure for Success*, page 16. Fachhochschule Ingolstadt, 9th edition, 2005.
  - [32] C. Märkisch. *IT-Integration bei M&A-Projekten: Der prozessorientierte Ansatz*. Josef Eul Verlag, Köln, Germany, 1st edition, 2008.
  - [33] P. McKiernan and Y. Merali. Integrating information systems after a merger. *Long Range Planning*, 28(4):4–5, 1995.
  - [34] M. Mehta and R. Hirschheim. A framework for assessing IT integration decision-making in mergers and acquisitions. In *Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, volume 8, pages 264–274, Washington, DC, USA, 2004. IEEE Computer Society.
  - [35] A. Meier and S. Spang. Merger Readiness als Erfolgsfaktor in der New Economy. *Information Management & Consulting*, 15(3):7–12, 2000.
  - [36] P. Mertens. *Integrierte Informationsverarbeitung 1: Operative Systeme in der Industrie*. Gabler Verlag, Wiesbaden, Germany, 17th edition, 2009.
  - [37] T. Miklitz and P. Buxmann. IT standardization and integration in mergers and acquisitions: a decision model for the selection of application systems. In *Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems (ECIS)*, pages 1041–1051, St. Gallen, Switzerland, 2007.
  - [38] J. Morris. *Practical Data Migration*. British Informatics Society Ltd, 3rd edition, 2006.
  - [39] J. F. Nunamaker, Jr., M. Chen, and T. D. M. Purdin. Systems development in information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 7(3):89–106, 1991.
  - [40] Office of Government Commerce. *Managing Successful Projects With Prince2*. Stationery Office Books (TSO), Belfast, Ireland, 2009.
  - [41] H.-G. Penzel. Post Merger Management in Banken – und die Konsequenzen für das IT-Management. *Wirtschaftsinformatik*, 41(2):105–115, 1999.
  - [42] H.-G. Penzel and W. Fuchs. Banken-EDV-Hochzeit – Größte Integration im deutschen Bankensektor erfolgreich abgeschlossen. *Geldinstitute*, (29):26–33, 1998.
  - [43] H.-G. Penzel and C. Pietig. *MergerGuide*. Gabler Verlag, Wiesbaden, Germany, 2000.
  - [44] G. Picot. *Handbuch Mergers & Acquisitions*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, Germany, 4th edition, 2008.
  - [45] C. E. Rentrop. *Informationsmanagement in der Post-Merger Integration*. Erich Schmidt Verlag, Berlin, Germany, 1st edition, 2004.
  - [46] M. Rufa and T. Kubela. Datenqualität bei der IT Integration. *Diebold Management Report*, (9):14–18, 1999.
  - [47] P. Schwarz. *Der Post-Merger-Integration-Prozess*, chapter 7, pages 233–245. Gabler Verlag, Wiesbaden, Germany, 2nd edition, 2008.
  - [48] R. Sperry and A. Jetter. *Mergers and Acquisitions: Team Performance*. IEEE Computer Society, Portland, USA, 2007.
  - [49] Stefan Henningsson and Sven A. Carlsson. Governing and Managing Enterprise Systems Integration in Corporate M&A. In *Proceedings of the Fourteenth European Conference on Information Systems (ECIS)*, page 12, Göteborg, Schweden, 2006.
  - [50] M. Strobel and S. Weingarz. *Fusionen in dezentralen Gruppen – Bankenverschmelzung zwischen Standardereignis und Singularität*, pages 177–198. Gabler Verlag, Wiesbaden, Germany, 1st edition, 2006.
  - [51] R. Winter. *Management von Integrationsprojekten: Konzeptionelle Grundlagen und Fallstudien aus fachlicher und IT-Sicht (Business Engineering) (German Edition)*. Springer, St. Gallen, Switzerland, 1st edition, 2009.
  - [52] B. W. Wirtz. *Handbuch Mergers & Acquisitions Management*. Gabler, Wiesbaden, Germany, 1st edition, 2006.
  - [53] P. Wirz and M. Lusti. Information technology strategies in mergers and acquisitions: an empirical survey. In *Proceedings of the Winter International Symposium on Information and Communication technologies (WISICT)*, volume 58, pages 1–6, Cancun, Mexico, 2004. Trinity College Dublin.



# Key Differentiators of Open Innovation Platforms – A Market-oriented Perspective

Martin Stoetzel  
University of Erlangen-Nuremberg  
Lange Gasse 20  
D-90403 Nuremberg  
+49 911 5302-801  
martin.stoetzel@  
wiso.uni-erlangen.de

Martin Wiener  
University of Erlangen-Nuremberg  
Lange Gasse 20  
D-90403 Nuremberg  
+49 911 5302-859  
martin.wiener@  
wiso.uni-erlangen.de

Michael Amberg  
University of Erlangen-Nuremberg  
Lange Gasse 20  
D-90403 Nuremberg  
+49 911 5302-801  
michael.amberg@  
wiso.uni-erlangen.de

## ABSTRACT

Within the open innovation debate, significant attention has been paid to the fact that customers can be a useful source for bringing new ideas and concepts into a company. In this context, online platforms have become a widely used instrument to facilitate interaction between companies and customers. While prior literature discusses various aspects of open innovation platforms, a market-oriented analysis covering all types of platforms for idea creation and concept development seems to be still missing. By evaluating a total of 44 different innovation platforms, we identify the degree of interrelation between five major platform attributes and develop two key differentiating dimensions: The platform operator (company vs. third party) and the platform purpose (find solutions vs. understand customers). The resulting classification matrix highlights a newly emerging category of online open innovation platforms, opening the field for deeper investigation in future research.

## Keywords

Open innovation, customer involvement, innovation platforms, platform market classification, correlation analysis, cluster analysis.

## 1. INTRODUCTION

Market liberalization and global trade have led to increasing competition over the past decades. This development forces companies worldwide to look for new ways to foster their innovation abilities in order to differentiate themselves from their competitors. Here, customer involvement and the consideration of customer needs can already be regarded as an integral part within the field of new product development (NPD) [7; 26; 33].

Besides communicating their needs, customers can also work out new ideas, modify products to their specific demand, and build and test prototypes [12; 37; 38; 39]. And, they often freely reveal

what they have done. In order to make use of such innovative behaviors and activities, an increasing number of companies have started to directly involve their customers in the innovation processes. Chesbrough [9] postulated the term ‘open innovation’, which refers to companies opening up their traditionally internal innovation and new product development processes by involving suppliers, customers, and other external parties. Prahalad and Ramaswamy [30] even see a general trend that companies need to involve their customers more deeply in value creation, because the traditional concept of a company-centric market is shifting towards a market of consumer co-creation.

Early forms of open innovation have a long-standing history: In 1714 the British Parliament offered a prize of 20,000 pounds to anyone who could invent a way to determine longitude at sea. Astonishingly, not Isaac Newton came up with the winning idea, but an unknown carpenter and clockmaker, who constructed a high-accuracy marine chronometer [19; 21]. Today it has become much easier to outsource idea creation and problem solving to the crowd. A key enabler for this ‘open’ trend is technology: The internet and new web 2.0 concepts and technologies “are allowing companies and their customers to interact with unprecedented levels of richness” [5, p. 22]. Online collaboration “stimulates new ideas and new approaches that can lead to breakthrough solutions for complex problems. Blogs, wikis [...], online communities, and social networks can bring product developers together in real time” [40, p. 26]. The “wide availability of web 2.0 applications has led to the increasing emergence of professional amateurs: From ornithologists to photographers, people who previously had the passion but no tools are now empowered with technology that enables them to perform at the same level as professionals” [4, p. 52].

Over the past years, we have seen a great diversity of online open innovation platforms emerging. The reason for this diversity is twofold: First, the technological change and rapid development of new sophisticated online technologies for creative collaboration results in a constant change of the landscape of innovation platforms [22]. Second, open innovation spans a wide field leading to an ever increasing diversity in possible platforms. For instance, integrated players may range from customers, suppliers, and research institutes to even competitors, who can participate in very different stages of the innovation process [10].

The great diversity of online innovation platforms complicates the identification of key characteristics and differentiators of these

platforms. In this context, prior literature suggests an immense variety of attributes for classifying innovation platforms, unfortunately with little reciprocal referencing and no overall study context [3]. Thus, up to now, it is not clear how attributes of innovation platforms are inter-related and which of them contribute to a classification of the market. This leads us to the key research questions of our study:

1. How are attributes of open innovation platforms inter-related with one another?
2. What are key attributes (or differentiators) for an appropriate market classification of innovation platforms?

The paper at hand is structured as follows: We first place our study in the context of prior research and derive a set of platform attributes from prior literature. Then we identify relevant online open innovation platforms and evaluate these platforms along the identified attributes. Next, we conduct regression and cluster analyses to identify key differentiators and develop a typology for open innovation platforms. Finally, we present implications for practice and research.

## 2. RESEARCH BACKGROUND

### 2.1 Open Innovation

The word ‘innovation’ is often associated with the industrial production sector and related to technical inventions. Nevertheless, innovation also takes place in the context of processes and organizations, as already noted by Schumpeter (1912) almost 100 years ago. Generally speaking, innovation means the creation of something ‘new’ – for example new ideas, new technologies, new products, and new processes.

Traditionally, innovation is the core responsibility of a company’s internal R&D (research & development) division. But innovation does not have to take place exclusively inside central R&D [1; 2]. Henry Chesbrough created the term ‘open innovation’ because he noted that “the distribution of knowledge has shifted away from the tall towers of central R&D Facilities”, and “companies can find vital knowledge in customers, suppliers, universities, national labs, consortia, consultants, and even start-up firms” [9, p. 40].

The focus of our study lies on the integration of the customer in the (open) innovation process. Customers are a very special group among all external players possibly involved in the innovation process. Depending on the product or service offered, customers may exceed all other ‘innovators’ by far in terms of sheer numbers, which makes managing their innovative skills and behaviors highly complex. But for a long time, their knowledge was not captured. Only since the internet has become a mass information channel, customers were offered a convenient way to express their opinions and share their ideas [27]. Companies on the other side realized this potential and started to create virtual customer communities for knowledge exchange and participation.

With respect to the ‘innovation process’, customer participation can occur at different stages. As shown in Figure 1, customers can generate ideas and develop concepts for new products or product enhancements; they can be involved as co-creators in design and engineering; and they can support companies by testing finished products and identifying critical issues prior to launch [15].

This study is focusing on the initial stage of the innovation process, the phase of idea creation and concept development. This phase is often referred to as the ‘fuzzy front-end’ in new product

development [21], the stage where the “spark of the innovation must somehow form and coalesce in the minds of innovators to the extent that they can recognize its financial and strategic potential [...]” [16, p. 2].

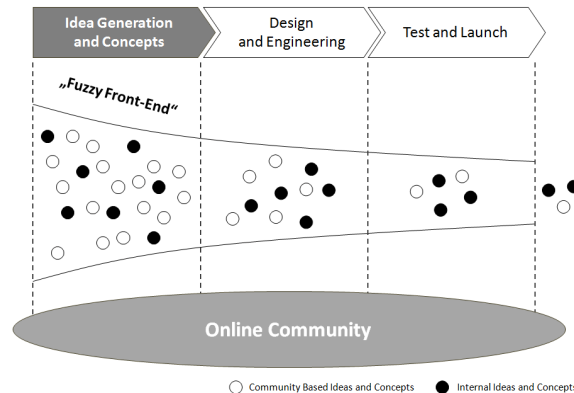


Figure 1. Utilization of Online Communities in New Product Development (based on Füller et al., 2006)

Involving customers in the fuzzy front-end of the innovation process can be valuable in various aspects: Customers can help to identify new demand, they can be a source for identification of new opportunities, and they can bring in their own technical knowledge for solving specific scientific questions as input for a product concept.

When a company chooses to involve their customers in this early stage of the innovation process, efficient communication is necessary. Online communities are nowadays an established channel where virtual interest groups of individual users share enthusiasm for an issue or an activity. And, online communities are often meeting places for innovative users [15]. Because these online communities can have very different forms, we will have a deeper look at innovation-related online communities and underlying technical platforms in order to identify the differentiating attributes or design elements [6; 17].

### 2.2 Open Innovation Platforms

Together with advancing internet technologies, new concepts for communication and user interaction have established over time: Forums, blogs, wikis, social networks, and product review and rating websites are examples of different online formats where customers can seek and share information and knowledge. This also applies to innovation platforms, which exhibit a wide variety of purposes and methods [24].

Scientific research has started to examine and explore the phenomenon of virtual customer integration in innovation. To identify differences between existing open innovation platforms, we have conducted a structured literature research and review. Our goal was to find attributes and design elements which have been used to describe and distinguish different innovation platforms. We applied relevant keywords (‘open innovation’, ‘innovation platforms’, ‘innovation communities’, ‘customer involvement’, etc.) both to the Business Source Complete database, as well as to Google Scholar. We concentrated on those search results which compare different innovation platforms, or

even develop a typology for classification, because such sources usually list a set of attributes for differentiation. Furthermore, we analyzed references from within the sources, if the citation was again related to innovation platforms.

In the identified articles and books, we can find a diverse number of attributes with an even more diverse number of possible values or characteristics. We structured our findings along the simple but comprehensive framework shown by Malone et al. [24]. They define set of building blocks which can be used to describe online platforms dedicated to collective intelligence. The framework is composed of four key questions:

- *What* is being done?
- *Who* is doing it?
- *Why* are they doing it?
- *How* is it being done?

The ‘what’ question deals with aspects related to the goal of an innovation platform. A key attribute is the stage of the innovation process the online platform is dedicated to. It ranges from idea creation and need identification, to concept and solution development, to design and engineering until finally validation, test, and commercialization [8; 14; 19; 32; 35]. Another aspect is the degree of user elaboration. User input can vary from simple posting ideas and recommendations to developing sophisticated prototypes and feasible solutions [6; 17; 28; 31; 35]. Similarly, the specificity of the task or solution space can be different among platforms: It can be unspecified with a large solution space, or on the contrary show very specified problems with given technical restrictions [6; 17; 28; 31]. Finally, innovation does not necessarily need to be the core objective of a web platform – some platforms foster innovativeness of their users rather as a byproduct [22].

We then identify a number of aspects related to the second question (‘who’), dealing with the actors and the staffing in the innovation process. A first important distinction is the operator of the platform: Usually it is either a company or a third party acting as intermediary between the company and the customers [6; 17; 25]. Customers as contributors can be distinguished by their role in the process [8; 27], and also by the expertise and knowledge which they bring in [6; 8; 14; 17; 31]. Moreover, the number of participants is mentioned as differentiating aspect [14; 22].

Analyzing the third question ‘why’ customers participate, we examine conformity that the user motivation can be fostered by monetary incentives and also by non-monetary factors, such as social recognition, entertainment and curiosity, as well as product usage and personal needs [6; 14; 17; 32]. However, the question of motivation for the platform operator has so far not been discussed in detail.

The final question (‘how’) is related to the underlying structures and processes of the customer integration. Here we again find a broad variety of different aspects: Some articles differentiate online and offline communities [6; 17]. Participation can be open to any user, or it can be limited to a group of users who are pre-selected through invitations [29]. Some platforms restrain task duration to a predefined period of short or longer duration [6; 14; 17]. Another matter is governance: Some platforms allow their users to decide on the best solution (flat), others let users only vote but the company has the ultimate decision power (hierarchical) [6; 17; 29]. Finally, some articles also list add-on

community functionality as differentiator, e.g. sharing of material, such as links and white papers, communication functions, or expert directories [6; 8; 14; 17; 19; 25].

Table 1 summarizes the various attributes found in the literature review, and our allocation to the related subordinate question from Malone’s framework:

**Table 1. Attributes of Innovation Platforms**

	Attributes	References
<b>What</b>	NPD Process	[8; 14; 19; 32; 35]
	User Input, Degree of User Elaboration	[6; 17; 28; 31; 35]
	Task Specificity, Solution Space	[6; 17; 28; 31]
	Innovation Focus	[22]
<b>Who</b>	Platform Operator	[6; 17; 25]
	Customer Role	[8; 27]
	User Type, required Knowledge	[6; 8; 14; 17; 31]
	Number of Participants	[14; 22]
<b>Why</b>	Motivation, Incentives	[6; 14; 17; 32]
<b>How</b>	Media (online, offline)	[6; 17]
	Participation (open, closed)	[29]
	Task Duration	[6; 14; 17]
	Governance (Decision Power)	[6; 17; 29]
	Community Functionality	[6; 8; 14; 17; 19; 25]

Due to the specific focus of our study, not all attributes listed in Table 1 are relevant for our present analysis. For example attribute ‘NPD Process’ (the differentiation by the NPD process stage, see figure 1) is not relevant for our analysis, because we focus on customer integration in the early innovation process phase (the fuzzy front-end), and therefore all platforms under consideration would have the same attribute value. Another example is attribute ‘Innovation Focus’: Kozinets et al. [22] differentiate between platforms with the direct innovation intention and other platforms where innovative ideas are produced as a by-product (e.g. shopping platforms). Our focus is only on platforms with a direct relation to innovation, and we therefore can exclude this attribute from our further analysis. Also, we do not consider attribute ‘Media’ because we do not analyze offline customer interaction; neither do we consider attribute Participation because innovation models with closed participation mechanisms are out of our scope of analysis. We also excluded attribute ‘Customer Role’, because in the NPD ideation phase, the customer always fulfils the role of a ‘resource’ [27].

Another aspect is that some attributes are certainly valid differentiators of open innovation platforms, but at a rather granular level. With regard to our research questions as defined in section 1, the attributes ‘Number of Participants’, ‘Task Duration’ and ‘Community Functionality’ are not relevant for our study, because they deal with rather detailed questions related to specific process characteristics and platform functionalities. We also excluded the ‘Governance’ attribute, because in a company-customer context the company always takes the final decision on which ideas or solutions to implement. Open innovation platforms with flat governance would represent Open Source projects as indicated by Pisano and Verganti [29].

Table 2 shows the identified attributes of online innovation platforms relevant for our further analysis. The specified values are also derived from the discussed literature sources. We defined suitable names for these values because the different literature sources were not fully aligned and used different nomenclature to some extent.

**Table 2. Attributes and Values for Further Analysis**

Attributes	Values	
	Company	Third party
<i>Platform operator</i>	Company	Third party
<i>User input</i> (or degree of user elaboration)	Ideas & needs	Concepts & solutions
<i>Task specificity</i> (or solution space)	Specific	Not specific
<i>User type</i> (or required knowledge)	Devotee	Expert
<i>Motivation</i> (or incentives)	Monetary	Non-monetary

### 3. METHODOLOGY

#### 3.1 Data Collection

The objective of this study is to understand the interrelation of open innovation platform attributes, and to identify key differentiators of open innovation platforms for an appropriate market classification. For this purpose, we have performed a structured internet research of freely accessible innovation platforms, to be used for our further evaluation and analysis. This research has been conducted in two parts:

The first part is based on the articles in our literature review (compare section 2.2). We searched the articles for examples of online open innovation platforms and found 195 relevant references. For each platform, we searched in Google if we could find the platform, i.e. if it is still online, and then visited the website. In some cases there was no obvious relation to the topic of innovation, maybe because the website has been changed since it was discussed in the referring article. We found 153 websites which are still online and are related to innovation. Out of these, we excluded all websites where customers cannot directly participate (at current state). This usually happens for two main reasons: The websites were part of a one-time innovation contest which is already completed. Or, the websites are run by innovation software solution companies who follow a B2B business model. Then we excluded the platforms which do not facilitate the 'idea generation and concepts phase' (the fuzzy front-end), but rather design, development, testing or commercialization. We end up with 20 relevant innovation platforms referenced in reviewed literature.

The second part is a Google web search. We applied an iterative search, because relevant websites do not always appear in the Google search results list, but can also be found via post-query browsing [41]. This iterative approach of refining keywords has also been suggested by Creswell [11, p. 34] who acknowledges that "keywords may emerge in identifying a topic". New keywords identified during query browsing were then used in the following Google search iteration. With this approach the list of used search keywords and terms has been continuously amplified in order to obtain the best possible search results. Search results were filtered with the same restrictions as discussed above (direct customer participation possible, focus on the idea generation and concepts phase). Here, we find additional 24 relevant innovation

platforms, which add up to a total of 44 innovation platforms for further evaluation.

Details on the selected and evaluated innovation platforms can be found in the appendix.

#### 3.2 Data Evaluation

We have evaluated all 44 online open innovation platforms in our sample with the evaluation framework as shown in Table 2. The evaluation was based on a thorough analysis of the website and all information provided with regards to the attributes under consideration, but without registration and trial-testing.

We found that a few innovation platforms are ambiguous in their approach, e.g. they offer the exchange of ideas but also ask users to provide solutions to specific problems. In these cases, we marked both values as valid.

We also noted that for some innovation platforms a fairly detailed analysis of their business model and their value proposition was required in order to assign these platforms to the different attribute values of our analysis framework. In other words, the assignment of the attribute values was easy in many cases, but more difficult in some other cases. To ensure that our attributes and the defined values are sufficiently reliable and meaningful, we performed the evaluation of all platforms by two authors independently (investigator triangulation). In most cases our evaluations were congruent, but we also had some deviations. We calculated the percentage agreement and also Cohen's kappa as an agreement measure for each attribute. The test results showed a value of Cohen's kappa of at least 0.78 and a minimum observed agreement of 89%, which is a very good result according to Landis & Koch [23]. For those cases where we had a different understanding on the categorization, we discussed all deviations and re-evaluated these cases jointly.

#### 3.3 Data Analysis

All subsequent data analyses are based on the final evaluation of the platforms. To understand how the attributes of innovation platforms inter-relate with each other, we performed a Contingency Analysis and applied the Chi<sup>2</sup> test of independence.<sup>1</sup> For each pair of attributes we created cross-tabulations with the frequency distributions, resulting in 10 different cross-tabulations. Because some platforms had been evaluated with both values as valid within a single attribute, the cross-tabulations were extended with a third value called 'both'. This led to cross-tabulations consisting of 3x3 matrices, except for the dichotomous attribute 'operator' (2x3 matrices). For each cross-tabulation we then calculated Chi<sup>2</sup> value and the level of significance for rejecting the null hypothesis of independence of the attributes.

In a second step, we investigated the interrelation of the individual value pairs more deeply. We calculated the Pearson's product-moment correlation coefficient for all values of the five attributes as shown in Table 2, resulting in a 10x10 correlation matrix. The correlation coefficient reflects the degree of linear relationship between the attribute values. It can range between -1

<sup>1</sup> The Chi<sup>2</sup> test of independence is used as part of our Contingency Analysis. Here, the Chi<sup>2</sup> test of independence does not require a standard-normal distributed data set. Chi<sup>2</sup> values are calculated based on comparing expected and examined frequencies. The attributes in our data set are nominal (see Appendix).

and 1, where 1 would indicate perfect positive relation, and -1 perfect negative relation. Thus, we calculated 45 correlation coefficients for comparison of the 10 values.

Having investigated the interrelation of the attributes, we tried to obtain a meaningful classification of innovation platforms based on our representative data sample. We conducted an SPSS cluster analysis on the entire evaluation dataset using the Jaccard measure, and obtained the dendrogram showing the clusters built at each distance. We compared the dendrogram with our platform evaluation and could derive reasonable classes, which fit well with the identified interrelations between the analyzed platform attributes.

## 4. RESULTS

Overall, the evaluation shows that the attribute values resulted in a rather balanced distribution within our sample of innovation platforms (see Figure 2).

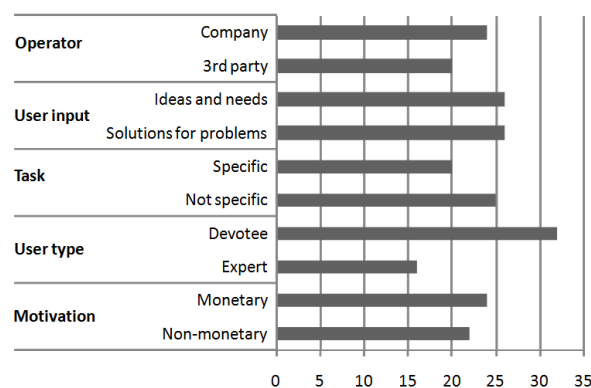


Figure 2. Value Distribution of 44 Platforms

On the one hand, this finding confirms the supposition that the five chosen attributes are relevant and suitable for classifying online open innovation platforms. On the other hand, it indicates significant differences between the evaluated platforms along the examined attributes, as the respective values are rather oppositional.

### 4.1 Interrelation of Platform Attributes

In a first step, we start to elaborate the question whether the

attributes are independent from each other or not. A high independency would indicate that we have to deal with quite a large number of different platform classes, whereas a high dependency suggests having a low number of classes.

With a Chi<sup>2</sup> test of independence for each pair of attributes we test against the H<sub>0</sub> hypothesis that both attributes of each pair are independent. For each cross-tabulation (pair of attributes) the P-values are below 1%, such that we can reject the H<sub>0</sub> hypothesis of independence at the 1% level of significance: None of the attributes is independent from any other attribute (see Table 3).

However, it is noticeable that we find three cases where the P-value is zero or very close to zero: This applies to the attributes user input, task specificity, and motivation; the dependency between these attributes is obviously very high. Another finding is that the attribute 'Operator' is the least dependent one, showing the largest P-values. Still, even these P-values are within the 1% confidence level, providing sufficient evidence for dependency with the other attributes.

Table 3. Level of Significance (percentage values)

P for Chi <sup>2</sup> Test (in %)	OP	UI	TS	UT	MO
Operator (OP)					
User input (UI)	0.16				
Task specificity (TS)	0.14	0.00			
User type (UT)	0.61	0.05	0.02		
Motivation (MO)	0.51	0.00	0.00	0.66	

In a second step, we perform correlation analysis between the individual values of the attributes in order to get a better understanding of how the attributes are inter-related. Subsequently, we describe the results from the correlation analysis for each attribute. Because of the symmetry of the correlation matrix we compare correlations only for one of the attribute pairs, i.e. motivation as the fifth attribute in our list is being discussed in the context of all the other attributes. All results from the correlation analysis are shown in Table 4.

**Operator:** Overall, the correlation of operator values with other attribute's values is low compared to the rest, with absolute r-values between  $r = 0.37$  and  $r = 0.54$ . If a platform is operated directly by a company, it rather asks for ideas on improvement

Table 4. Correlation analysis between individual values

Correlation coefficient r		Operator		User input		Task		User type		Motivation	
		CO	3P	ID	SO	SP	NS	DE	EX	MO	NM
Operator	Company (CO)	1.00									
	3 <sup>rd</sup> party (3P)	-1.00	1.00								
User input	Ideas and needs (ID)	0.54	-0.54	1.00							
	Solutions for problems (SO)	-0.39	0.39	-0.69	1.00						
Task	Specific (SP)	-0.54	0.54	-0.91	0.67	1.00					
	Not specific (NS)	0.49	-0.49	0.95	-0.63	-0.95	1.00				
User type	Devotee (DE)	0.47	-0.47	0.63	-0.51	-0.67	0.60	1.00			
	Expert (EX)	-0.45	0.45	-0.62	0.53	0.64	-0.58	-0.81	1.00		
Motivation	Monetary (MO)	-0.47	0.47	-0.76	0.91	0.74	-0.70	-0.56	0.50	1.00	
	Non-monetary (NM)	0.37	-0.37	0.74	-0.83	-0.64	0.69	0.51	-0.47	-0.91	1.00

and customer needs. Tasks are not very specific, rarely expert knowledge is required, and no monetary (or material) reward is paid for customer contribution. On the contrary, if a platform is operated by an independent third party organization, they rather specify the problems and ask users to develop solutions. Tasks are much more specific and often require expert knowledge, and the best solutions are often rewarded with a (monetary) prize.

**User input:** User input values show a much higher correlation with the remaining attributes. There is strong evidence ( $r = 0.95$ ) that platforms asking customers to communicate their ideas and needs are not specific in their task definition. Also, platforms looking for solution to specific problems usually award monetary prizes for the best contribution ( $r = 0.91$ ). Customers contributing to idea platforms are rather devotees with little technical expertise required ( $r = 0.63$ ), whereas users trying to solve complicated problems often need some form of expert knowledge in the respective field ( $r = 0.53$ ).

**Task specificity:** As shown above, there is a very high correlation between the type of user input required (idea vs. solution), and the specificity of the task. Accordingly there is also a high correlation between specific tasks and required expert knowledge ( $r = 0.64$ ), as well as monetary incentive schemes ( $r = 0.74$ ). Less specific tasks require less technical knowledge and are usually not rewarded with a monetary incentive.

**User type:** In line with the other results, platforms where expert users deal with very specific problems are more likely to offer monetary rewards or other valuable prize ( $r = 0.51$ ) than platforms where (still devoted) customers share ideas and engage in discussions.

As shown in Table 4, we also calculated correlations between values of the same attribute (intra-attribute correlation). If an attribute is dichotomous, the correlation coefficient is -1.00. This only applies to the operator attribute, because for all other attributes we have evaluated at least some platforms with both values. Nonetheless, the intra-attribute correlation does not provide further insight regarding the nature of the interrelations between the attributes, and hence is not further interpreted.

To summarize the results of the correlation analysis, we find a rather high correlation (highly positive or negative) for all attribute values. This confirms the result from our Chi<sup>2</sup> test that all attributes are somehow dependent. The correlation coefficients show which values of certain attributes usually occur together with which other values of other attributes ('platforms with value A in attribute X usually have value B in attribute Y'). The stronger the dependency between the values of two attributes, the less suitable are these attributes as single key differentiator for online open innovation platforms.

## 4.2 Platform Classification

A cluster analysis allows us to systematically identify meaningful types or classes of online open innovation platforms. Having a better understanding of relevant platform clusters within our sample, we are able to identify and analyze the characteristics of these clusters, and relate them with our findings from correlation/dependency analyses (see section 4.1).

After running the cluster analysis in SPSS, we obtain a rooted tree (dendrogram) for all platforms in our sample. Here, the 'closest' and most similar platforms are clustered first, and then the next closest ones, and so on with incrementing distance level. From all

44 platforms, we obtain 14 clusters at the closest distance level 1, which means that we have applied 14 different evaluation schemes, and 30 out of 44 platforms have been evaluated exactly the same as one of the other 14. Between distance level 8 and 11, we obtain a set of seven clusters, whereof three clusters only contain a single platform (obviously because these three platforms are pretty much different from the others).

In a next step, we reviewed the results from the cluster analysis, i.e. the identified clusters and the platform allocation, in detail. This review showed that:

- The three clusters with only a single platform show peculiar characteristics in (at least) some of the attributes and we could not find sufficient similarity to the other platforms in order to allocate them to a different cluster. For our further analysis in this study, we propose that their singular occurrence does not justify a self-contained platform class.
- In the case of one platform, we could obtain a more accurate assignment with a slightly different interpretation and renewed evaluation.
- Splitting one of the clusters into two would better reflect the examined differences of the contained platforms.

Thus, from the results of the cluster analysis, we finally obtained five different clusters of innovation platforms (see Table 5).

**Table 5. Clusters and Examples from Cluster Analysis**

No.	Characteristics	Examples
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Third party operator</li> <li>- Problem oriented, specific tasks, and monetary award for best proposal</li> <li>- Depending on complexity of the task: Devotee or expert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- InnoCentive</li> <li>- NineSigma</li> <li>- Bootb</li> <li>- Idea-Bounty</li> <li>- Crowdsprit</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Same as (1), but operated by company</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cisco I-Prize</li> <li>- YTL myprize</li> <li>- Doritos crash the superbowl</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operated by company</li> <li>- Monetary award, but no specific task (best idea or solution wins)</li> <li>- Obviously no deep expert knowledge required</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MotoFRWD</li> <li>- Tchibo Ideas</li> <li>- Microsoft Imaginecup</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Focus on ideas and needs</li> <li>- No specific tasks, no expert knowledge, no monetary award</li> <li>- Often implemented via third party <i>solution</i>, but officially operated by company (face to the customer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dell Ideastorm</li> <li>- Starbucks Idea</li> <li>- Ideas.nagios.org</li> <li>- Preideas.com</li> <li>- Easyjet on Getsatisfaction</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Same as (4), but operated by third party without company involvement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Getsatisfaction</li> <li>- Suggestionbox</li> <li>- Pleasefixtheiphone</li> <li>- Foursquare on Getsatisfaction</li> </ul>

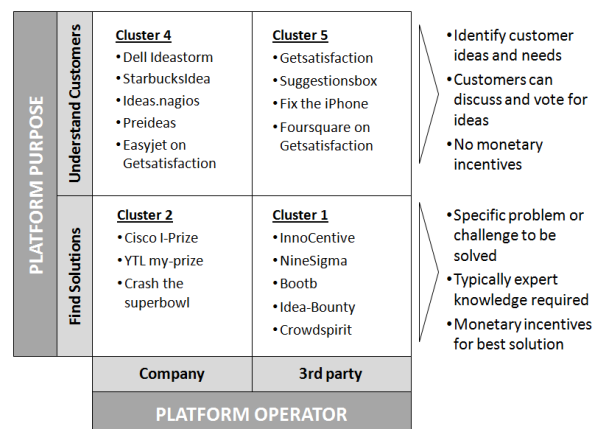
The allocation of the platforms to clusters provides interesting findings: First, the **platform operator** attribute seems to represent a key differentiator between the clusters: Comparing cluster 1

with cluster 2, and cluster 4 with cluster 5, we were able to observe the operator (either the company itself or an intermediary) as the only major difference between these two cluster groups.

Second, we were able to observe a major difference between clusters 1 and 2 compared to clusters 4 and 5, which substantiates our findings from dependency analyses, especially the correlation coefficient values: While one cluster group specifies specific problems (or challenges) to be solved, with monetary incentives awarded for the best solution, involving customers or users with rather special technical knowledge and expertise, the other group aims at identifying customer ideas and needs, without providing specified tasks and without monetary incentives, addressing a much wider community of users because usually no expert knowledge is required. The identified differences can be summarized as **platform purpose**: The first group aims at ‘finding solutions’ to defined problems and the second group’s purpose is to ‘understand customer’ requirements, needs and ideas.

The platform purpose as defined can be seen as a key differentiator between the platforms. This finding is also supported by our cluster analysis. Here, the dendrogram shows a separation into two clusters at the largest distance level: One cluster contains all ‘find solution’ platforms; the other cluster comprises all ‘understand customers’ platforms.

It has to be noted that one group of online open innovation platforms (cluster 3) cannot be clearly assigned within the dimensions of our classification framework. Cluster 3 is different from the other four clusters in various ways: The respective platforms offer innovation challenges in a certain thematic context without specifying a dedicated problem to be solved; they encourage users to participate by offering prizes for best ideas or concepts; the benefit for the operator is not immediately clear, etc. Presumably, such innovation platforms are operated for the greater good, with the side effects of sustaining relationships with customers and creating a positive brand image for the operating company.



**Figure 3. Classification for Innovation Platforms**

Summarizing the cluster analysis, we found two key differentiators or dimensions for classification of innovation platforms: One dimension is the platform operator, which is either the benefiting company or a third party entity acting as

intermediary. The other dimension is the platform purpose, which represents a combination of four platform attributes (motivation, task specificity, user input and type). Figure 3 spans the classification matrix resulting from these two dimensions and assigns clusters 1, 2, 4 and 5 to the respective quadrants.

This presented classification framework comprehends some interesting findings as basis for further discussion:

1. A new class of online open innovation platforms seems to emerge (cluster 5, top right quadrant). This cluster contains platforms which invite customers to share their ideas for dedicated companies, but they are neither operated by the companies themselves (e.g., like in Dell’s Ideastorm), nor are the companies necessarily directly involved (e.g., like Easyjet who interact with their customers on Getsatisfaction).
2. Platforms asking for solutions to specified problems have historically been established by third party operators or intermediaries (e.g., InnoCentive). These platforms have been widely discussed in scientific research [6; 17; 19; 20; 24; 25; 28; 29; 35; 36]. However, we could identify that such challenges are also held directly by companies as in the case of Cisco, Doritos, and YTL. Whether there is a trend that an increasing number of companies organize such innovation challenges themselves would require further analysis (e.g. case studies with companies, or quantitative evaluation of the distribution over time).
3. Innovation platforms can be distinguished by their purpose into two very separate classes (the significance of this partition has been confirmed by the cluster analysis): One class looks for solutions to actual problems and asks externals such as customers to help find the best solution. This is clearly directed towards innovation. The other class asks customers for their opinion, needs, and improvement ideas. The purpose of these platforms could be much more related to customer loyalty and relationship management than actual innovation in its literal meaning.

## 5. SUMMARY AND DISCUSSION

The objective of this study has been to investigate into key differentiators of online open innovation platforms which are freely accessible on the internet and where customers (or users in a broader sense) can contribute to the generation of ideas and the development of concepts. The analysis results offer new insights with regard to the interrelations and the differentiation potential of major attributes of innovation platforms. A set of five attributes was identified as crucial for describing innovation platforms in our study context. Dependency and correlation analyses have shown that all five attributes are highly dependent on each other, with a slightly lower dependency for one attribute (platform operator). Moreover, a cluster analysis enabled the identification of five meaningful innovation platform clusters. Looking into the differentiating attributes of these clusters, we found two key attributes: platform operator and platform purpose. These attributes also constitute the dimensions of the suggested market classification framework (compare Figure 3).

### 5.1 Limitations

We acknowledge that this study does not explain the entire space of participation and collaboration related to open innovation. We

focus on freely accessible online open innovation platforms which support the initial innovation process phase of idea generation and concept development. The reason for this focus is simply that a wider view would add significantly more aspects and potential attributes to be considered, resulting in a surplus of complexity and controversy [3] which would be difficult to handle in a single article.

Furthermore, it may be questionable whether we identified all key attributes for evaluating and differentiating innovation platforms. In this context, the balanced distribution of our sample along the selected attributes can be interpreted as an indicator for the suitability and relevance of these attributes.

Another limitation relates to the evaluation of the innovation platforms. Results could be biased by the individual understanding and interpretation of the evaluation attributes and values, and also by the sequence the platforms have been reviewed. However, having used rather objective measures ('yes/no') as well as having applied investigator triangulation (agreement rate of 89 percent after the independent assessment phase), we believe that our evaluation process has been sufficiently accurate.

## 5.2 Implications for Research and Practice

Based on our findings and especially the suggested classification framework, we were able to identify numerous interesting aspects which require further research:

**Platform purpose:** There is a broad and intensive research stream related to innovation platforms focusing on solution finding (e.g. [6; 17; 19; 28; 36]). Such platforms are often called 'innovation contests' or 'innovation challenges', as there is a problem announced to be solved and the best result (typically chosen by a jury) wins a prize. We therefore propose that future research also concentrate on the other type of innovation platforms [13], where customers can share and discuss ideas and also vote for their favorite ideas. Critical questions related to these platforms would be:

- What is the 'success rate' of customer idea contributions? What share of customer ideas is really useful and worthy of further investigation? And what is the risk of annoying customers if their ideas are not followed up? How should platform operators interact and communicate with customers in order to 'manage the crowd'?
- Are companies really interested in the ideas of their customers? Or are they just pretending to listen, but their real intention is to entertain their customers in order to enhance customer loyalty? Is there a trend that open idea creation platforms are rather used in a customer relationship management context, as part of a so-called 'CRM 2.0'?

We also found that platforms focused on understanding customer ideas and run by third party operators (top right quadrant in our framework) have been so far widely ignored by scientific research. Here, we propose to further analyze the long-term perspective and underlying business model of such platforms in absence of direct company involvement.

**Platform operator:** We found that innovation platforms for both purposes in our framework ('find solutions' and 'understand customers') can be operated either by companies or by intermediaries. Future research needs to examine the implicit

differences and consequences for customers and companies related to this dimension. Our initial assumption would be that platforms run by intermediaries might attract a larger total number of users, enabling them to better leverage 'cross-selling' potential for individual sub-sections of their platform. By contrast, platforms operated directly by companies seem to be particularly suitable for creating a stronger corporate brand and image, for instance, by attracting a 'user/fan community'. However, as stated above, this initial assumption still requires further investigation.

Our research findings also suggest important implication for practice. Companies interested in setting up and/or using an innovation platform for their customers may use our classification framework as a 'big picture' of possible solutions in order to decide which platform suits best their needs. But an important question for practitioners still requires further in-depth analysis: 'Which type of innovation platform works for me'. Investigating this question will require first of all a definition of the different possible objectives of running an innovation platform, then deriving a definition of success metrics and KPIs considering the different customer relation and innovation environments, and finally the measurement of the success metrics and a discussion of implications for the companies.

## 6. REFERENCES

- [1] Allen, R.C. 1983 "Collective Invention." *Journal of Economic Behavior and Organization* 4, 1, pp. 1-24.
- [2] Arrow, K.J. 1959 "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention." *Economics Division, The RAND Corporation*.
- [3] Bogers, M., Afuah, A., and Bastian, B. 2010 "Users as Innovators: A Review, Critique, and Future Research Directions." *Journal of Management* 36, 4, pp. 857-875.
- [4] Bonabeau, E. 2009 "Decisions 2.0: The Power of Collective Intelligence." *MIT Sloan Management Review* 50, 2, pp. 44-52.
- [5] Bughin, J., Chui, M., and Johnson, B. 2008 "The Next Step in Open Innovation." *McKinsey Quarterly* (June 2008), pp. 22-29.
- [6] Bullinger, A.C. and Möslin, K.M. 2010 "Innovation Contests - Where are we?" *Proceedings of the Sixteenth Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, (August 12-15, 2010, Lima, Peru).
- [7] Burns, T. and Stalker, G.M. 1961 "The Management of Innovation." Tavistock, London.
- [8] Chan, T.Y. and Lee, J.F. 2004 "A Comparative Study of Online User Communities Involvement In Product Innovation and Development" *13th International Conference on Management of Technology IAMOT* (April 2004, Washington D.C.).
- [9] Chesbrough, H. 2003 "Open Innovation - The New Imperative for Creating and Profiting from Technology." Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
- [10] Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., and West, J. 2006 "Open Innovation: Researching a New Paradigm." Oxford University Press.



- [11] Creswell, J.W. 2002 "Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches", 2nd edition, Sage, Thousand Oaks.
- [12] Dahlander, L., Frederiksen, L., and Rullani, F. 2008 „Online Communities and Open Innovation." *Industry & Innovation* 15, 2, pp. 115-123.
- [13] Di Gangi, P.M. and Wasko, M. 2009 "Steal my Idea! Organizational Adoption of User Innovations from a User Innovation Community: A Case Study of Dell IdeaStorm." *Decision Support Systems* 48, 1, pp. 303-312.
- [14] Füller, J., Bartl, M., Ernst, H., and Mühlbacher, H. 2004 „Community Based Innovation - A Method to Utilize the Innovative Potential of Online Communities." *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 1-10.
- [15] Füller, J., Bartl, M., Ernst, H., and Mühlbacher, H. 2006 „Community Based Innovation: How to Integrate Members of Virtual Communities into New Product Development." *Electronic Commerce Research* 6, 1, pp. 57-73.
- [16] Gordon, S., Monideepa, T., Cook, R., Maksimoski, R., and Rogowitz, B. 2008 "Improving the Front-End of Innovation with Information Technology." *Research-Technology Management* 51, 3, pp. 50-58.
- [17] Hallerstede, S.H., Neyer, A-K., Bullinger, A.C., and Möslin, K.M. 2010 "Normalo? Tüftler? Profi? Eine Typologisierung von Innovationswettbewerben." *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI)*.
- [18] Howe, J. 2006 "Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business." Three Rivers Press, New York.
- [19] Hrastinski, S., Kviselius, N.Z., Ozan, H., and Edenius, M. 2010 "A Review of Technologies for Open Innovation: Characteristics and Future Trends." *Proceedings of the 43rd Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 1-10.
- [20] Jeppesen, L.B. and Lakhani, K.R. 2010 "Marginality and Problem Solving Effectiveness in Broadcast Search." *Organization Science (forthcoming)*.
- [21] Khurana, A. and Rosenthal, S.R. 1997 "Integrating the Fuzzy Front End of New Product Development" *Sloan Management Review* 38, 2, pp. 103-120.
- [22] Kozinets, R.V., Hemetsberger, A., and Schau, H.J. 2008 "The Wisdom of Consumer Crowds: Collective Innovation in the Age of Networked Marketing." *Journal of Macromarketing* 28, 4, pp. 339-354.
- [23] Landis, J.R. and Koch, G.G. 1977 „The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data." *Biometrics* 33, 1, pp. 159-174.
- [24] Malone, T.W., Laubacher, R., and Dellarocas, C. 2010 "The Collective Intelligence Genome" *MIT Sloan Management Review* 51, 3, pp. 20-31.
- [25] Möslin, K.M. and Neyer, A-K. 2009 "Open Innovation - Grundlagen, Herausforderungen, Spannungsfelder." In „Kommunikation als Erfolgsfaktor im Innovations-Management.", Gabler, Wiesbaden, pp. 85-103.
- [26] Myers, S. and Marquis, D.G. 1969 "Successful Industrial Innovations." National Science Foundation, Washington D.C..
- [27] Nambisan, S. 2002 "Designing Virtual Customer Environments for New Product Development: Toward a Theory." *The Academy of Management Review* 27, 3, pp. 392-413.
- [28] Piller, F. and Walcher, D. 2006 "Toolkits for Idea Competitions: A Novel Method to Integrate Users in New Product Development." *R&D Management* 36, 3, pp. 307-318.
- [29] Pisano, G.P. and Verganti, R. 2008 „Which Kind of Collaboration is Right for You?" *Harvard Business Review* 86, 12, pp. 79-86.
- [30] Prahalad, C.K. and Ramaswamy, V. 2004 "Co-Creation Experiences - The next Practice in Value Creation." *Journal of Interactive Marketing* 18, 3, pp. 5-14.
- [31] Reichwald, R. and Piller, F. 2009 „Interaktive Wertschöpfung - Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung", 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden.
- [32] Rohrbeck, R., Steinhoff, F., and Perder, F. 2010 "Sourcing Innovation from Your Customer: How Multinational Enterprises Use Web Platforms for Virtual Customer Integration." *Technology Analysis & Strategic Management* 22, 4, pp. 117-131.
- [33] Rothwell, R. 1977 „The Characteristics of Successful Innovators and Technically Progressive Firms." *R&D Management* 7, 3, pp. 191-206.
- [34] Sawhney, M. and Prandelli, E. 2000 "Communities of Creation: Managing Distributed Innovation in Turbulent Markets." *California Management Review* 42, 4, pp.24-54.
- [35] Sawhney, M., Verona, G., and Prandelli, E. 2005 "Collaborating to Create: The Internet as a Platform for Customer Engagement in Product Innovation." *Journal of Interactive Marketing* 19, 4, pp. 4-17.
- [36] Terwiesch, C. and Xu, Y. 2008 „Innovation Contests, Open Innovation, and Multiagent Problem Solving" *Management Science* 54, 9, pp. 1529-1543.
- [37] von Hippel, E. 1976 „The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process" *Research Policy* 5, 3, pp. 212-239.
- [38] von Hippel, E. 1988 "The Sources of Innovation" Oxford University Press, New York.
- [39] von Hippel, E. 2005 "Democratizing Innovation" MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- [40] Weber, L. 2009 „Marketing to the Social Web", 2nd edition, John Wiley & Sons, New York.
- [41] White, R.W. and Morris, D. 2007 "Investigating the Querying and Browsing Behavior of Advanced Search Engine Users" *Proceedings of the 30th ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval* (July 23-27, 2007, Amsterdam, The Netherlands).

## 7. APPENDIX

Table 6. Online Open Innovation Platforms and Evaluation (alphabetical order)

Attributes:		Operator		User input		Task specificity		User type		Motivation	
No.	Innovation Platform	CO	3P	ID	SO	SP	NS	DE	EX	MO	NM
1	Adobe Ideas (via Brightidea)	•		•			•	•			•
2	Atizo		•	•	•		•	•		•	
3	Aufbruch Bayern (via Hyve)	•		•	•		•	•		•	
4	Battle of Concepts		•		•	•			•	•	
5	BeeQuu		•	•	•	•	•		•	•	•
6	Ben & Jerry Suggest a Flavor	•		•		•		•			•
7	BMW Virtuelle Innovations-Agentur	•		•			•	•	•		•
8	Bootb.com		•		•	•		•		•	
9	Brainfloor		•		•	•			•	•	
10	Changemakers		•		•	•		•	•	•	
11	Cisco i-Prize	•			•	•			•	•	
12	CrowdSpiri		•		•	•		•	•	•	
13	Dell Ideastorm	•		•			•	•			•
14	Doritos: Crash the Superbowl	•			•	•		•		•	
15	Easyjet (via GetSatisfaction)	•		•			•	•			•
16	Foursquare (via GetSatisfaction)		•	•			•	•			•
17	Getsatisfaction		•	•			•	•			•
18	Google Chrome (via Suggestionbox)	•		•			•	•			•
19	Healthcare Debate (via Ideascale)	•		•			•	•			•
20	Idea-Bounty		•		•	•		•		•	
21	Ideawicket		•		•	•			•	•	
22	InnoCentive		•		•	•			•	•	
23	Innoget		•		•	•			•	•	
24	Innovation Exchange		•		•	•			•	•	
25	Intel Leibniz Challenge	•			•	•		•		•	
26	Kraft "Innovate With Kraft"	•		•			•	•			•
27	Mendeley (via Uservoice)	•		•			•	•			•
28	Microsoft Imagine Cup	•		•	•		•	•		•	
29	Motorola	•		•	•		•	•		•	
30	myStarbucksIdea	•		•			•	•			•
31	Nagios (via Ideascale)	•		•			•	•			•
32	NineSigma		•		•	•			•	•	
33	NoAE Innovation Competition	•		•			•	•			•
34	One billion minds		•		•	•		•		•	•
35	Palm Pre (via Ideascale)	•		•			•	•			•
36	Planet Eureka		•		•	•			•	•	
37	Please fix the iPhone		•	•			•	•			•
38	SAP Sapiens (via Hyve)	•		•	•		•	•			•
39	Suggestionbox		•	•			•	•			•
40	Tchibo	•		•	•		•	•		•	
41	Vodafone Bvine	•		•	•		•	•	•		•
42	WePC.com	•		•			•	•			•
43	YourEncore		•		•	•			•	•	
44	YTL myprize	•			•	•			•	•	

CO = Company; 3P = 3rd Party; ID = Ideas & needs; SO = Solution for problems; SP = Specific; NS = Not specific; MO = Monetary; NM = Non-monetary  
Double-selection possible within single attribute

# Inferenzstatistische Modellierung der Dynamik bipartiter Netzwerke am Beispiel einer online Reiseplattform

Roman Tilly   Johannes Putzke   David Schölgens   Kai Fischbach  
Department of Information Systems and Information Management, University of Cologne  
Pohligstr. 1, 50969 Köln, Germany  
{tilly; putzke; schoelgens; fischbach}@wim.uni-koeln.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieses Beitrages ist die Vorstellung einer inferenzstatistischen Methode zur Modellierung der Dynamik bipartiter Netzwerke. Exemplarisch wird die Methode an einem bipartiten Netzwerk aus Reisezielen und Benutzern einer online Reiseplattform illustriert. Unser akteursbasiertes Modell untersucht dabei Faktoren, die Einfluss darauf haben, zu welchem Reiseziel ein Benutzer der Reiseplattform (wie z. B. [www.tripadvisor.com](http://www.tripadvisor.com)) einen Reisebericht schreibt. Für den Zeitraum von 2006 bis 2009 wurden mehrere bipartite Netzwerke modelliert, deren Knoten durch Benutzer und Reiseziele und deren Kanten durch Reiseberichte repräsentiert wurden. Dieser Ansatz ist, nach unserer Kenntnis, die erste inferenzstatistische Modellierung der Dynamik eines bipartiten Netzwerks zur Untersuchung des Reiseverhaltens von Akteuren. Er kann von Wissenschaftlern und Unternehmen weiterentwickelt werden, um Reiseströme vorherzusagen. Da die Modellierung der Dynamik von (bi-)partiten Netzwerken für eine Vielzahl von Fragestellungen in der Wirtschaftsinformatik Relevanz hat, liegt der Schwerpunkt dieses Artikels weniger auf der inhaltlichen Interpretation der Ergebnisse als auf der grundlegenden Darstellung der Modellklasse.

## Schlüsselwörter

Akteursbasierte Modellierung; Reise; Tourismus; e-Tourism; Netzwerkanalyse; SIENA; ERGM

## 1. EINFÜHRUNG

Reiseplattformen im Internet werden immer häufiger für die Informationssuche und Buchung von Reisen genutzt. Die Zahl der Benutzer dieser Plattformen und der von ihnen verfassten Reiseberichte wächst stetig (s. Abbildung 1 für die untersuchte Internetplattform). Unter online Reiseplattformen verstehen wir Internetseiten wie z. B. [www.igougo.com](http://www.igougo.com), [www.tripadvisor.com](http://www.tripadvisor.com) oder [www.holidaywatchdog.com](http://www.holidaywatchdog.com), die es Benutzern ermöglichen, Reiseberichte anderer Benutzer über verschiedene Reiseziele zu lesen und eigene Berichte zu verfassen. Darüber hinaus können die Benutzer oft auch

eine persönliche Profilseite pflegen, mit anderen Benutzern mittels privater Nachrichten kommunizieren und die Reiseberichte anderer Benutzer kommentieren. Der Großteil der Daten dieser Reiseplattformen ist im Internet frei zugänglich.

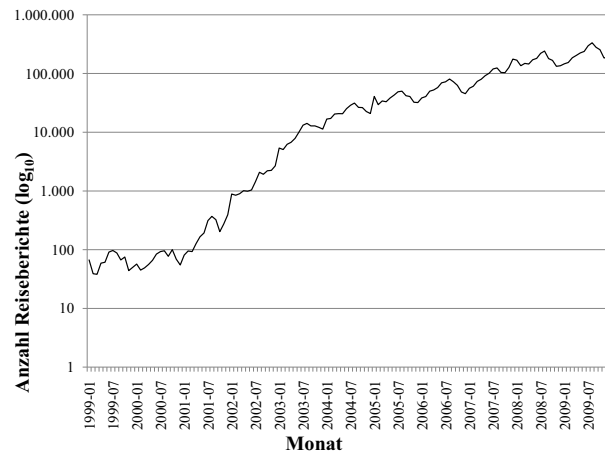
Ziel dieses Artikels ist es, einen Ansatz vorzustellen, um solche Faktoren zu finden, die die Benutzer der Reiseplattform in der Wahl eines Reiseziels beeinflussen. Dazu haben wir Daten einer Reiseplattform gesammelt, die in Abschnitt 3 dargestellt sind. Das Reiseverhalten der Benutzer haben wir mit der in Abschnitt 4 beschriebenen akteursbasierten Modellierung untersucht. Benutzer und Reiseziele wurden als Akteure in einem Netzwerk modelliert und Reisen eines Benutzers zu einem Reiseziel – ausgedrückt durch einen Reisebericht auf der Internetseite – als Verbindung zwischen beiden. Die Ergebnisse der Analyse der Einflussfaktoren für den Auf- und Abbau einer derartigen Verbindung werden in Abschnitt 5 dargestellt, ehe die Ergebnisse in Abschnitt 6 interpretiert und kritisch beleuchtet werden sowie deren Relevanz für Forschung und Praxis herausgearbeitet wird. Unser Ansatz kann von Wissenschaftlern und Unternehmen der Tourismus- bzw. Reisebranche genutzt und weiterentwickelt werden, um Einflussfaktoren zu identifizieren, die für Benutzer der Internetplattform gelten. Sie lassen sich unter Umständen auch über das Internet hinaus nutzen. Wie [15] gezeigt haben, erlaubt die Analyse von Daten aus virtuellen Welten sinnvolle Rückschlüsse auf die reale Welt. Im Falle von Reiseplattformen könnte dies am Ende zu besseren Vorhersagen von Reisetrends führen.

Darüber hinaus gehen wir davon aus, dass sich der Ansatz grundsätzlich auch auf andere Domänen als die Tourismusbranche übertragen lässt, in denen Benutzer bzw. Kunden wiederholt zwischen verschiedenen Produkten oder Diensten wählen und ihre Wahl durch die Veröffentlichung eines Erfahrungsberichts offenlegen. So ließe sich der Ansatz mit geringer Anpassung auch auf Internetseiten wie z. B. [www.ciao.com](http://www.ciao.com) oder [www.qype.com](http://www.qype.com) übertragen.

## 2. EINORDNUNG DES ARTIKELS

Für die Vorhersage von Reiseströmen oder -trends wurden in den letzten 45 Jahren verschiedene Methoden entwickelt. Einen Überblick über quantitative Methoden wie autoregressive Zeitreihenmodelle und ökonometrische Modelle geben [26] (Arbeiten bis 1995) und [22] (Arbeiten von 2000 bis 2006). Diese Methoden verwenden als abhängige Variable meist die Anzahl der Touristen aus einem Herkunftsland in einem Zielland oder die Ausgaben der Touristen aus einem

10<sup>th</sup> International Conference on Wirtschaftsinformatik,  
16<sup>th</sup> – 18<sup>th</sup> February 2011, Zurich, Switzerland



**Abbildung 1: Entwicklung der Reiseberichte pro Monat für die untersuchte Internetplattform, Kriterium: Monat der Reise wie im Reisebericht angegeben**

Herkunftsland im Zielland.<sup>1</sup> Andere Größen sind, je nach Zielsetzung der Analyse, die Anzahl verbrachter Nächte am Ziel oder der Marktanteil eines bestimmten Zieles. Als erklärende Größen werden bspw. häufig die Bevölkerungszahl oder das durchschnittliche Einkommen im Herkunftsland, die Kosten für die Reise zum Ziel oder die Lebenshaltungskosten am Ziel verwendet.

Im Vergleich dazu nutzt nur eine beschränkte Anzahl von Arbeiten Daten, die von Kunden durch ihre Aktivitäten auf Reiseplattformen im Internet hinterlassen werden (z. B. [5, 10, 17, 12, 16, 13, 11]). Die meisten dieser Arbeiten verfolgen dabei jedoch einen explorativen oder Datamining-getriebenen Ansatz und vernachlässigen traditionelle Modellierungsansätze der Tourismusforschung, wie sie sich etwa in Form von Choice-Modellen manifestiert hat (vgl. etwa [1]). An dieser Stelle setzen wir an. Unser Artikel versucht, traditionelle Choice-Modelle der Tourismusforschung auf die von Anwendern auf Reiseplattformen im Internet hinterlassenen Daten anwendbar zu machen. Hierbei kombinieren wir Choice-Modelle, Wartezeitmodelle und Netzwerkmodellierung in einem ganzheitlichen Ansatz. Die vorgeschlagene Methodik ist nach unserem Wissen damit die erste Anwendung einer inferenzstatistischen Methode auf die Dynamik eines bipartiten Netzwerks zur Untersuchung des Reiseverhaltens von Akteuren.

Unser Modell ist der Klasse der akteursbasierten Modelle und der Familie der exponentiellen Zufallsgraphenmodelle zuzurechnen<sup>2</sup>. Zu dieser Familie von Modellen gehören loglineare Modelle wie das bekannte  $p_1$ -Modell [7] und verschiedene Erweiterungen, aber auch die Modelle auf Basis zeitkontinuierlicher Markow-Prozesse<sup>3</sup>.

### 3. DATENBASIS

<sup>1</sup>Diese und die folgenden Größen nach [26].

<sup>2</sup>Ausführliche Erläuterungen hierzu finden sich in [4, 14, 25].

<sup>3</sup>Auch Markow-Modelle genannt; Grundlagen in diesem Bereich legen [4] und [6].

Entitätstyp	Anzahl Entitäten
Reiseziele	60.369
Freizeitangebote	1.139.003
Foren	15.177
Diskussionsthemen	2.945.947
Diskussionsbeiträge	18.895.497
Reiseberichte	7.885.482
Benutzerprofile	3.874.768

**Tabelle 1: Absolute Menge der gesammelten Daten**

In diesem Abschnitt stellen wir die Daten vor, die für die Analyse der Einflussfaktoren auf das Reiseverhalten verwendet wurden. Grundlage hierfür waren Daten einer großen Internetplattform für Reiseberichte, die im Zeitraum von Oktober 2009 bis März 2010 mit Hilfe eines Web-Crawlers erhoben wurden. Dieser verarbeitete systematisch alle auffindbaren Internetseiten der Plattform und extrahierte die relevanten Informationen. Die Daten umfassen Entitäten der folgenden Typen:

**Reiseziele:** Geografische Orte oder Regionen, z. B. Städte, Bundesländer, Staaten.

**Freizeitangebote:** Angebote oder Attraktionen verschiedenen Typs, z. B. Hotels, Restaurants, Vergnügungsparks, Museen, die an einem Reiseziel gelegen sind.

**Foren:** Diskussionsplattformen auf der Internetseite, die jeweils einem Reiseziel zugeordnet sind.

**Diskussionsthemen:** Austausch mehrerer Benutzer in Foren.

**Diskussionsbeiträge:** Von Benutzern verfasste Beiträge zu einzelnen Diskussionsthemen in Foren.

**Reiseberichte:** Von Benutzern verfasste Erfahrungsberichte zu Freizeitangeboten einschließlich deren Bewertung auf einer fünfstufigen Punkteskala.

**Benutzerprofile:** Persönliche Seite jedes Benutzers mit demografischen Angaben und Beschreibung der individuellen Reisepräferenzen.

Verglichen mit den Größenangaben, die die Betreiber der Plattform auf der Internetseite veröffentlichen, konnten schätzungsweise über 85 Prozent der verfügbaren Daten gesammelt werden. Die absoluten Zahlen der Entitäten je Typ sind in Tabelle 1 aufgeführt.

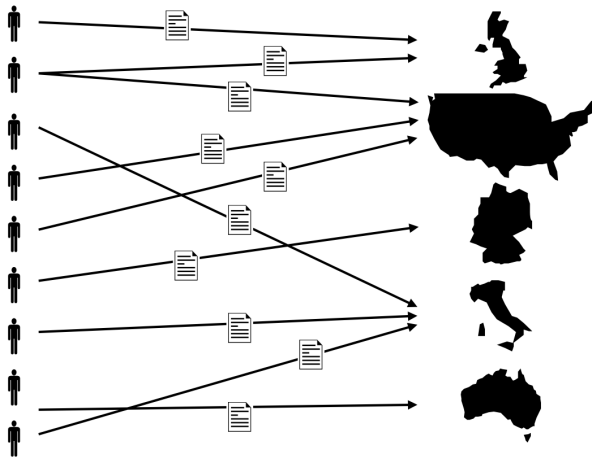
Nach der Vorstellung der Datengrundlage erläutern wir im folgenden Abschnitt die akteursbasierte Modellierung dieser Daten.

### 4. MODELL

Die Daten der Reiseplattform wurden als bipartites Netzwerk bzw. bipartiter Graph modelliert.<sup>4</sup> Ein Graph besteht aus *Knoten* und *Kanten*, wobei einzelne Knoten durch Kanten verbunden sein können. Formal ist ein Graph ein Paar  $G = (V, E)$  disjunkter Mengen mit  $E \subseteq [V]^2$ , wobei  $V$  die Knotenmenge ( $n = |V|$ ) und  $E$  die Kantenmenge ( $l = |E|$ ) bezeichnet [3]. Graphen können gerichtet oder ungerichtet sein. Im *gerichteten* Fall haben alle Kanten einen Ursprungs- und einen Endknoten, im *ungerichteten* Fall wird nicht zwischen Ursprungs- und Endknoten unterschieden.

Ein *bipartiter* Graphen ist wie folgt definiert: „Es sei  $r \geq 2$  eine natürliche Zahl. Ein Graph  $G = (V, E)$  heißt *r-partit*,

<sup>4</sup>Die Begriffe Netzwerk und Graph verwenden wir in diesem Artikel synonym. In anderen Kontexten ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich, wie sie bspw. in [24] vorgenommen wird.



**Abbildung 2:** Beispielhafte Darstellung des Benutzer-Reiseziel-Netzwerks

wenn eine Partition von  $V$  in  $r$  Teile existiert, so dass die Enden<sup>5</sup> einer jeden Kante von  $G$  in verschiedenen Partitionen liegen: Ecken aus der gleichen Klasse dürfen nicht benachbart<sup>6</sup> sein. Ein 2-partiter Graph heißt auch *bi-partit* (oder *paar*).<sup>[3]</sup>

Die Knotenmenge  $V$  eines  $r$ -partiten Graphen zerfällt dann in  $V_1 \dots V_q \dots V_r$  mit  $n_q = |V_q|$  ( $\bigcup_{q=1}^r V_q = V$ ). Für die Analyse der Reiseplattform wurden Benutzer als eine Menge  $V_1$  von Knoten modelliert, Reiseziele als eine weitere Knotenmenge  $V_2$ . Ein Reisebericht eines Benutzers  $v_a \in V_1$  zu einem Reiseziel  $v_b \in V_2$  wurde im Graph als Kante zwischen den Knoten  $v_a$  und  $v_b$  modelliert.<sup>7</sup> Diese Netzwerkmodellierung ist beispielhaft in Abbildung 2 dargestellt.

Für den Zeitraum von Anfang 2006 bis Ende 2009 wurden die Reiseberichte eines Kalenderjahres zu einem Beobachtungszeitpunkt  $B$  zusammengefasst und in einer Adjazenzmatrix  $x(B)$  dargestellt, um die Entwicklung des Netzwerks im Laufe der Zeit untersuchen zu können (longitudinale Analyse). Die Adjazenzmatrix ist eine  $n \times n$ -Matrix, die die Konfiguration  $G(t)$  eines Graphen  $G$  zum Zeitpunkt  $t$  darstellt. Als Konfiguration bezeichnet man die vollständige Beschreibung, zwischen welchen Knoten eines Graphen zum Zeitpunkt  $t$  Kanten existieren und zwischen welchen nicht. Einzelne Einträge in der Adjazenzmatrix werden durch  $x_{ij}$  bezeichnet. Besitzt der Knoten  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  eine Kante zum Knoten  $j$ , so definieren wir  $x_{ij}(t) = 1$ , andernfalls  $x_{ij}(t) = 0$ .

Die Umwandlung von Ereignisdaten in Zustandsdaten wurde in der einschlägigen Literatur eingehend diskutiert (vgl. etwa [23]). In diesem Fall wurde eine jahresweise Aggregation der Reiseberichte vor allem aus zwei Gründen vorgenommen. Zum einen findet der Zeitpunkt der Reise und die

<sup>5</sup>Ecke: andere Bezeichnung für Knoten, Anm. der Autoren.

<sup>6</sup>Zwei Knoten sind genau dann benachbart, wenn eine Kante existiert, die beide Knoten direkt verbindet, Anm. der Autoren.

<sup>7</sup>Reiseberichte beziehen sich zunächst nicht direkt auf geografische Reiseziele, sondern auf Freizeitangebote, die jeweils an einem Reiseziel gelegen sind. Für die Analyse wurden die Reiseberichte jedoch nach Reisezielen aggregiert.

Erstellung des Reiseberichts durch die meisten Nutzer nicht zeitgleich statt, sondern diese Zeitspanne variiert zwischen Benutzern und Reiseberichten. Überdies hat die Aggregation den Vorteil, dass die nicht unerheblichen saisonalen Schwankungen innerhalb eines Jahres ausgeglichen werden. So variieren etwa die relativen Anteile einzelner Monate eines Jahres an den gesamten Reiseberichten in diesem Jahr um 4,43 – 11,89 Prozentpunkte für die Jahre 2000 bis 2009.

#### 4.1 Die Klasse aktorsbasierter Modelle

Die in [18, 19, 20] beschriebene Klasse der aktorsbasierten Modelle ermöglicht es, die vorherzusagende Anzahl der Reiseberichte (als Proxy für die Anzahl der Reisen an einen bestimmten Zielort), Netzwerkvariablen und Charakteristiken der Akteure gleichzeitig als abhängige und unabhängige Variablen zu modellieren und deren gegenseitigen Einfluss aufeinander zu quantifizieren. Für die Anwendung bei der Analyse der Reiseplattform ist daher wichtig, dass sie zum einen die longitudinale Analyse der Entwicklung des Netzwerks über mehrere Beobachtungszeitpunkte erlaubt, was ein Vorteil gegenüber anderen, statischen Modellen ist. Zum anderen erlaubt es diese Modellklasse, bipartite Graphen in ihrer Ursprungsform zu analysieren. Andere Modelle lassen nur nicht-partite Graphen zu. Im Prinzip lässt sich zwar jeder bipartite Graph auf einen nicht-partiten Graphen projizieren. Das hat jedoch einige Nachteile [9]. Die Modellklasse soll hier kurz vorgestellt werden. Für eine detaillierte Einführung sei auf die genannten Quellen verwiesen.

Die aktorsbasierten Modelle modellieren das Entscheidungskalkül einzelner Akteure, die zwischen einer endlichen Menge von Alternativen wählen können. Die Akteure sind Teil eines Netzwerks mehrerer Akteure und die Alternativen bestehen darin, eine Verbindung zu einem anderen Akteur aufzubauen, eine bestehende Verbindung aufzulösen oder nichts zu tun. Dieser Zusammenhang wird durch einen Graphen modelliert, wobei Akteure durch Knoten und Verbindungen durch Kanten repräsentiert werden. Jeder Akteur kann selber darüber entscheiden, zu welchem anderen Akteur er eine Verbindung aufbaut. Der Zustand aller Verbindungen entspricht der Konfiguration  $G(t)$  des Graphen und lässt sich durch die Adjazenzmatrix  $x(t)$  darstellen. Wenn  $X$  die Menge der Adjazenzmatrizen aller möglichen Konfigurationen ist, kann man die oben genannte Entscheidung formal als sogenannten *Mikroschritt* von einer Konfiguration bzw. Adjazenzmatrix  $x(t) \in X$  zu einer der möglichen Konfigurationen bzw. Adjazenzmatrizen  $x' \in X$  auffassen. Für einen solchen Mikroschritt gilt zusätzlich die Bedingung, dass sich  $x(t+1)$  von  $x(t)$  in höchstens einem Eintrag  $x_{ij}$  unterscheiden darf (aufgrund der zuvor genannten Alternativen Verbindung aufbauen / auflösen oder nichts tun). Für die Längsschnittanalyse eines Netzwerks müssen dessen Graphkonfigurationen bzw. Adjazenzmatrixdarstellungen für mehrere Beobachtungszeitpunkte vorliegen. In der Klasse der aktorsbasierten Modelle wird angenommen, dass die Unterschiede der Konfigurationen von einem Beobachtungszeitpunkt zum nächsten die Folge einzelner Mikroschritte sind, die zwischen zwei Beobachtungszeitpunkten stattfinden. Durch die Erklärung der Mikroschritte lässt sich dann die Gesamtveränderung des Netzwerks erklären. Die Zeitpunkte, zu denen ein Akteur  $i \in V$  die Möglichkeit für einen Mikroschritt hat, werden in einem aktorsbasierten Modell durch die *Ratenfunktion*  $\lambda_i(x)$  beschrieben. Sie folgt

einem Poisson-Prozess, wodurch die Zeitabstände zwischen zwei Mikroschritten exponentialverteilt sind. Die Parameter der Verteilung werden aus den Daten geschätzt. Weitere Annahmen der Modellklasse sind, dass zu jedem Zeitpunkt nur die aktuelle Konfiguration des Netzwerks (probabilistisch) die weitere Entwicklung bestimmt (Markow-Prozess), dass die Akteure selber über ihre ein- und ausgehenden Kanten entscheiden – was impliziert, dass sie das gesamte Netzwerk wahrnehmen können und ihre Wahlentscheidung hierüber optimieren – und, dass Veränderungen im Netzwerk immer nacheinander stattfinden, d. h., dass es insbesondere keine koordinierten, zeitgleichen Veränderungen durch mehrere Akteure gibt.

Die Präferenz eines Akteurs  $i$  für eine einzelne Konfiguration  $x \in X$  wird durch die *Zielfunktion*<sup>8</sup>

$$f_i(\beta, x) = \sum_{k=1}^K \beta_k s_{ik}(x)$$

beschrieben.<sup>9</sup> Die  $s_{ik}(x)$  sind  $K$  sogenannte *Effekte*: Funktionen von Graph und Akteur/en, die sich zum Zielfunktionswert addieren und durch Theorie sowie domänenspezifisches Wissen motiviert sind. Sie stellen bestimmte Kenngrößen einer Konfiguration  $x$  und / oder der Eigenschaften eines oder mehrerer Akteure<sup>10</sup> aus Sicht des Akteurs  $i$  dar und es wird vermutet, dass diese Kenngrößen einen (positiven oder negativen) Einfluss auf die Bewertung einer Konfiguration haben. Die Gewichte  $\beta_k$  repräsentieren jeweils die Stärke des Einflusses des  $k$ -ten Effekts auf die Gesamtpräferenz. Sie sind die statistischen Modellparameter, die später geschätzt werden und die je nach Größe und Signifikanz eine Aussage darüber zulassen, ob ein Effekt einen nennenswerten Einfluss darauf hat, ob ein Akteur eine Verbindung aufbaut oder auflöst.

In der Klasse der akteursbasierten Modelle sind verschiedene generische Effekte definiert, die je nach Kontext ausgewählt und interpretiert werden können. Sie sind, wie auch die gesamte Zielfunktion, aus der Perspektive eines individuellen Akteurs zu verstehen. Grundsätzlich werden zwei verschiedene Arten von Effekten unterschieden: *Strukturelle Effekte* berechnen sich ausschließlich aus vorhandenen bzw. fehlenden Kanten. *Kovariateneffekte* berechnen sich aus strukturellen Eigenschaften des Netzwerks und Eigenschaften von Akteuren bzw. Verbindungen zwischen Akteuren. Kovariaten werden wiederum zum einen danach unterschieden, ob sie *monadisch* sind, d. h. sich auf Eigenschaften von einem oder zwei Akteur/en beziehen, oder ob sie *dyadisch* sind, d. h. Informationen über die Verbindung zwischen zwei Akteuren geben. Zum anderen wird unterschieden, ob die Kovariaten über alle Beobachtungszeitpunkte *konstant* sind oder *veränderlich*. Des Weiteren werden die monadischen Kovariateneffekte danach unterschieden, ob sie sich auf Eigenschaften des Akteurs  $i$  selbst (*ego*-Effekt), auf Eigenschaften anderer Akteure (*alter*-Effekt) oder auf beide (*ego*  $\times$  *alter*-Effekt) beziehen.

<sup>8</sup>Zu der Zielfunktion wird im Modell noch eine unabhängig normalverteilte Zufallsvariable addiert, die den Restfehler (Residuum) der unerklärten Präferenz darstellt. Sie wird in diesem Artikel nicht weiter explizit behandelt.

<sup>9</sup>Diese und die folgenden Erläuterungen dieses Abschnitts nach [19, 21, 15].

<sup>10</sup>Einschließlich des Akteurs  $i$  selbst.

Benutzer	Anzahl Reiseberichte
Partnerseite 1	524.935
Partnerseite 2	402.520
Partnerseite 3	115.912
Partnerseite 4	91.482
Partnerseite 5	52.802
Partnerseite 6	39.682
Partnerseite 7	24.651
Partnerseite 8	21.540
Partnerseite 9	17.735
Partnerseite 10	2.961
Summe Partnerseiten	1.294.220
Gelöschte Benutzer	569.970
SUMME	1.864.190

**Tabelle 2: Anzahl der Berichte aller Partnerseiten und ehemaligen Benutzer**

Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich ein Akteur  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  für eine bestimmte Konfiguration  $x \in X$  entscheidet, ist durch

$$\frac{\exp(f_i(\beta, x))}{\sum_{x' \in X} \exp(f_i(\beta, x'))}$$

gegeben [19, 21]. Um den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Entscheidungen der Akteure zu quantifizieren, werden die Gewichte  $\beta_k$  mittels logistischer Regression geschätzt.

## 4.2 Bildung der Netzwerke für die Analyse

Für die Untersuchung haben wir den Datensatz der Reiseplattform eingeschränkt und kleinere Netzwerke aus Akteuren und Reisezielen gebildet. Die Gründe und Vorgehensweise hierfür werden im Folgenden erläutert.

Knapp ein Viertel (23,64 Prozent) der Reiseberichte im Datensatz lassen sich nicht (mehr) einzelnen Benutzern zuordnen. Sie stammen entweder von Partnerseiten der Plattform oder wurden von Benutzern verfasst, die ihre Mitgliedschaft inzwischen beendet haben. Berichte von Partnerseiten wurden auf einer anderen Internetseite als der Plattform verfasst, von dem Betreiber aber an diese weitergegeben. Als Verfasser ist bei diesen Berichten kein einzelner Benutzer angegeben, sondern jeweils ein Platzhalter für alle Berichte von einer Partnerseite. Im Gesamtdatensatz wurden Berichte von zehn solcher Partnerseiten gefunden, die in Tabelle 2 anonymisiert mit der jeweiligen Anzahl an Reiseberichten aufgeführt sind. Alle Berichte von ehemaligen Benutzern tragen einen immer gleichen Platzhalter als Verfasser, so dass diesem Platzhalter auch zahlreiche Berichte zuzuschreiben sind, die ebenfalls in Tabelle 2 aufgeführt sind.

Da sich Reiseberichte und Diskussionsbeiträge dieser Benutzer nicht einzelnen, realen Menschen zuordnen lassen, sondern Aggregationen größerer Gruppen von Reisenden darstellen, ist es nicht sinnvoll, diese Benutzer als Akteure im Netzwerk zuzulassen.

Eine wichtige Annahme der akteursbasierten Modelle ist, dass alle Akteure jederzeit das gesamte Netzwerk beobachten können, um bei ihren Entscheidungen über den Auf- oder Abbau von Verbindungen zwischen allen Optionen wählen zu können und die Entscheidungen anderer Akteure im Blick zu haben. Diese Annahme ist bei einem Netzwerk, das so groß ist wie das der untersuchten Reiseplattform, zu hinterfragen.

Der Fokus unserer Untersuchung liegt jedoch weniger auf der

Repräsentativität der Ergebnisse für alle Benutzer der Reiseplattform, als vielmehr auf der internen Validität der Ergebnisse und der grundsätzlichen Beurteilung der akteursbasierten Modellierung zur Erklärung der Reiseentscheidungen. Aus diesem Grund haben wir die Menge der Benutzer auf solche eingeschränkt, die auf der Reiseplattform sehr aktiv sind. Neben einigen anderen Kriterien hieß das vor allem, dass sie sich dadurch auszeichneten, dass sie die meisten Reiseberichte verfasst und so ihr Reiseverhalten am stärksten offengelegt hatten. Diese Einschränkung erhöht die empirische Genauigkeit der Analyse. Für diese sehr aktiven Benutzer sehen wir außerdem die genannte Modellannahme (Sichtbarkeit des gesamten Netzwerks) als erfüllt an, da auch [2] zeigt, dass sehr aktive Nutzer in (Online-) Netzwerken sich gegenseitig kennen und beobachten. Dennoch bildeten wir anhand der im folgenden genannten Kriterien fünf verschiedene Subnetzwerke der aktivsten Nutzer, um auch die externe Validität unserer Analyse sicherzustellen.

Bei der Einschränkung der Nutzerbasis wurden zunächst nur solche Benutzer zugelassen, die auf ihrer Profilseite mindestens Alter, Geschlecht und Herkunft angegeben und die mindestens einen Reisebericht und mindestens einen Diskussionsbeitrag geschrieben hatten. Bei diesen Benutzern gehen wir davon aus, dass sie ein Mindestmaß an Aktivität auf der Internetplattform zeigen, indem sie ihre Profilseite zumindest rudimentär pflegen und die Funktionen des Verfassens von Reiseberichten und Diskussionsbeiträgen grundsätzlich nutzen.

In einem weiteren Schritt wurden anhand unterschiedlicher Filterkriterien für Benutzer und Reiseziele verschiedene Subnetzwerke gebildet. Für die ersten beiden Subnetzwerke wurden die 100 Benutzer ausgewählt, die in den Jahren 2007 bis 2009 die meisten Berichte zu mindestens 15 (Subnetzwerk 1) bzw. 30 (Subnetzwerk 2) verschiedenen Reisezielen geschrieben hatten. Diese Kriterien stellen sicher, dass wir erstens sehr aktive Benutzer für die Analyse erhalten, was für die Zielsetzung der hohen internen Validität von Bedeutung ist. Zweitens gilt durch die Vorgabe, dass die Reiseberichte zu *verschiedenen* Reisezielen erfolgen mussten, für diese Benutzer, dass sie bei ihren Reiseentscheidungen viele mögliche Reiseziele in Betracht ziehen. Das wiederum stützt die Modellannahme, dass die Benutzer bei Ihren Entscheidungen das gesamte Netzwerk beobachten können. Dabei liegt bei dem Filterwert von 30 in etwa die Obergrenze, bei der überhaupt noch Benutzer alle Filterkriterien (inklusive des folgenden) erfüllen.

Die gleichen Anforderungen an die Benutzer galten analog für die Subnetzwerke 3 und 4, wobei die Benutzer zusätzlich zu den Top-1.000 Verfassern von Diskussionsbeiträgen gehören mussten. Dieses zusätzliche Kriterium wurde eingeführt, um zu analysieren, ob Benutzer, die sich zusätzlich zu Reiseberichten auch stark am interaktiven Austausch untereinander in Diskussionen beteiligen und so informieren, in ihren Entscheidungen anders beeinflusst werden. Für das fünfte Subnetzwerk galten für die Benutzer die gleichen Filterkriterien wie für Subnetzwerk 4 (Berichte zu mindestens 30 verschiedenen Reisezielen von 2007 bis 2009, Top-100-Verfasser von Berichten, Top-1.000-Verfasser von Diskussionsbeiträgen).

Die Reiseziele wurden für die einzelnen Subnetzwerke entweder auf die Ebene von Bundesländern oder von Städten (bzw. Landkreisen) aggregiert und geografisch außerdem auf bestimmte Staaten oder Kontinente beschränkt. So aggregiert bzw. begrenzt kann man davon ausgehen, dass auch die Menge der Reiseziele im Subnetzwerk für die Benutzer beobachtbar ist. Für die Subnetzwerke 1 bis 4 wurden die Reiseziele auf Bundesländer der USA begrenzt und aggregiert. Für das fünfte Subnetzwerk wurde die Filterung auf Bundesländer in Nordamerika erweitert.

Die USA wurden ausgewählt, da sie das Land sind, das mit Abstand die meisten Reiseberichte (35,594%; im Vergleich dazu Großbritannien am zweit meisten mit 8,554%) erhalten hat. Für das fünfte Subnetzwerk wurde mit Nordamerika der Kontinent mit den meisten Reiseberichten (38,494%; Europa auf Platz zwei mit 35,841%), um zu prüfen, ob dies zu Veränderungen in den Entscheidungen der Benutzer führt. Auch diese Einschränkungen auf das Land bzw. den Kontinent mit den meisten Reiseberichten folgen der Prämisse der hohen Genauigkeit und internen Validität der Daten.

Alle fünf vorgestellten Subnetzwerke erfüllten überdies die Modellannahmen eines Jaccard-Indices nicht kleiner als 0,2 [21]. Der Jaccard-Index [8] beschreibt allgemein die Ähnlichkeit zweier Mengen und in der Anwendung auf Netzwerke die Kontinuität eines Netzwerks von einem Beobachtungszeitpunkt zum nächsten. Er ist als

$$\frac{N_{11}}{N_{11} + N_{01} + N_{10}}$$

definiert. Dabei ist  $N_{11}$  die Anzahl der Verbindungen, die in beiden Netzwerken vorhanden sind,  $N_{01}$  die Anzahl der neu hinzugekommenen Verbindungen und analog  $N_{10}$  die Anzahl der aufgelösten Verbindungen.

Für die Anwendung eines akteursbasierten Modells sollte die Veränderung des Netzwerks von einem Beobachtungszeitpunkt zum nächsten nicht zu groß sein (Jaccard-Index optimalerweise  $> 0,3$ , aber nicht  $< 0,2$ ), damit die Veränderung weiterhin als Markow-Prozess interpretiert werden kann [21].

### 4.3 Schätzverfahren

Für die Schätzung der Regressionskoeffizienten wurde das R-Paket RSIENA (Version 1.0.11, Revision 84) verwendet.

Wie in allen statistischen Modellen besteht die Schwierigkeit darin, dass ein Effekt die Koeffizienten anderer Effekte verändern kann, je nachdem ob er einbezogen wird oder nicht [21]. Gleichzeitig wird aber die Schätzung der Koeffizienten umso zeitaufwendiger und der Schätzalgorithmus unter Umständen instabil, je komplexer das Modell ist, das heißt, je mehr Effekte einbezogen werden. Aus diesen Gründen ist weder ein Verfahren sinnvoll, in dem zu einem Grundmodell mit wenigen Effekten nur Effekte hinzugefügt werden, noch eines, in dem aus einem Gesamtmodell mit allen Effekten sukzessive Effekte ausgeschlossen werden. Vor diesem Hintergrund wurden in einem mehrstufigen Verfahren verschiedene konkrete Modelle, d. h. unterschiedliche Kombinationen der insgesamt 16 Effekte (s. Abschnitt 5), gebildet und die Koeffizienten geschätzt.

Im ersten Schritt wurden alle Effekte in ein Gesamtmodell integriert und die Koeffizienten geschätzt, um einen ersten Eindruck der Stärke der einzelnen Effekte zu bekommen.<sup>11</sup> Anschließend wurden sechs Modelle mit bestimmten Kombinationen von Effekten geschätzt, da bei 16 Effekten nicht

<sup>11</sup>Bei allen hier berichteten Modellen konvergierte die Schätzung zu einem Niveau  $t < 0,1$ .

alle möglichen Kombinationen der Effekte sinnvoll sind. Die Effekte wurden dabei so kombiniert, dass das Potenzial für Korrelationen zwischen den Effekten gering war.<sup>12</sup>

Im dritten Schritt wurde zunächst ein Basismodell mit den Effekten geschätzt, die in den vorigen Modellen die größten Werte für die (approximativ normalverteilte) Teststatistik  $\hat{\mu}/\hat{\sigma}$  [18] aufgewiesen hatten. In das Basismodell wurden nur diejenigen Effekte aufgenommen, die sich in allen Modellschätzungen der ersten beiden Schritte als statistisch signifikant erwiesen hatten ( $\alpha < 0,05$ ). Das Basismodell wurde anschließend mit Kombinationen von Effekten erweitert, die zumindest in einigen Modellen der ersten beiden Schritte signifikant zum 5-Prozent-Niveau waren. Bei der Kombination dieser Effekte wurden die Korrelationen zwischen den Effekten berücksichtigt, die in den ersten beiden Schritten aufgetreten waren. Effekte, die miteinander korrelierten ( $\rho > 0,2$ ), wurden nach Möglichkeit nicht miteinander kombiniert.

Im letzten Schritt wurden auf Grundlage der Ergebnisse der vorigen Schritte mehrere finale Modelle für das Netzwerk gebildet, die auch im folgenden Beitrag berichtet werden sollen. Hierfür wurden nur Effekte ausgewählt, die im dritten Schritt immer ein Signifikanzniveau von  $\alpha < 0,05$  erfüllt hatten. Wenn ein Effekt dieses Niveau in einem der Modelle nicht erreicht hatte, wurde er im letzten Schritt dennoch berücksichtigt, sofern die niedrigere Signifikanz nur auf Korrelationen mit anderen Effekten zurückzuführen war, die im finalen Modell nicht mehr enthalten waren. Kombinationen von Effekten, die im dritten Schritt einen Korrelationskoeffizienten absolut größer 0,2 aufgewiesen hatten, wurden im letzten Schritt nach Möglichkeit nicht kombiniert. In einem solchen Fall wurde je ein finales Modell mit jedem der untereinander korrelierten Effekte gebildet.

## 5. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der finalen Modelle aller Subnetzwerke sind in den Tabellen 3 (ausführlich für die Subnetzwerke 1 und 2) und 4 (zusammengefasst für die Subnetzwerke 3 bis 5) dargestellt. Die einzelnen Effekte werden im Folgenden näher erläutert. Wenn die Daten für einen Effekt logarithmiert wurden (Basis  $e$ ), um sie in der Größenordnung den Daten der anderen Effekte anzupassen, ist dies jeweils angegeben.

### Strukturelle Effekte

**Dichte** ( $s_{ik}(x) = \sum_j x_{ij} = x_{i+}$ ): Dieser Effekt berücksichtigt die Dichte<sup>13</sup> des Netzwerks bei der Schätzung der anderen Parameter. Er drückt die grundsätzliche Tendenz der Benutzer bzgl. des Auf- oder Abbaus von Verbindungen aus, weswegen er in allen Modellen einbezogen werden sollte. Ist

<sup>12</sup>Jeweils drei Kovariatenefekte der Benutzer, der Reiseziele und der Verbindung zwischen beiden beruhten auf der durchschnittlichen Bewertung in Reiseberichten, der Anzahl der Reiseberichte sowie der Anzahl der Diskussionsbeiträge. Um Korrelationen zu vermeiden, wurden Effekte, die auf der gleichen Größe beruhen, in diesem Schritt nicht kombiniert.

<sup>13</sup>Die Dichte eines Graphen ist das Verhältnis der Anzahl vorhandener Kanten in einem Graphen zur Anzahl maximal möglicher Kanten [24]. Die Anzahl der Kanten eines Graphen zum Zeitpunkt  $t$  ist  $k_t = |E_t| = \sum_{ij} x_{ij}(t)$ . Die maximal mögliche Anzahl Kanten ist  $n \cdot (n-1)$  im gerichteten, nicht-partiten Fall und  $n_1 \cdot n_2$  im bipartiten Fall. Die Dichte  $\Delta$  ist dann  $\Delta(t) = \frac{k_t}{n \cdot (n-1)}$  im nicht-partiten und  $\Delta(t) = \frac{k_t}{n_1 \cdot n_2}$  im bipartiten Fall.

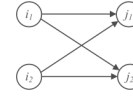


Abbildung 3: 4er-Kreis-Effekt

der Koeffizient negativ, heißt dies im vorliegenden Fall, dass das Verfassen eines Reiseberichts für den Benutzer mit Kosten verbunden ist.

**4er-Kreis** ( $s_{ik}(x) = \sum_{i_1, i_2, j_1, j_2} x_{i_1 j_1} \cdot x_{i_1 j_2} \cdot x_{i_2 j_1} \cdot x_{i_2 j_2}$ ): Drückt aus, wie stark sich Benutzer bei der Wahl der Reiseziele an anderen Benutzern orientieren, die in der Vergangenheit ähnliche Präferenzen bei Reisezielen gezeigt haben wie sie selbst (s. Abbildung 3). Ein positiver Koeffizient bedeutet, dass eine Beeinflussung durch die Entscheidungen Anderer stattfindet.

**Popularität** ( $s_{ik}(x) = \sum_j x_{ij} \cdot x_{+j} = \sum_j x_{i1j} \cdot \sum_{i_2} x_{i_2 j}$ ): Beschreibt den Einfluss überdurchschnittlich vieler Reiseberichte für ein Reiseziel auf die zukünftige Wahl dieses Reiseziels. Ein positiver Koeffizient würde eine positive Rückkopplung anzeigen.

**Aktivität** ( $s_{ik}(x) = x_{i+}^2$ ): Drückt den Einfluss überdurchschnittlich vieler Reiseberichte eines Benutzers auf die zukünftige Zahl seiner Reiseberichte aus. Ein positiver Koeffizient würde hier ebenfalls eine positive Rückkopplung anzeigen.

**Dyadische Effekte**, bezogen auf einen bestimmten Benutzer und ein bestimmtes Reiseziel. Formel für alle Effekte:  $s_{ik}(x) = \sum_j x_{ij} \cdot (w_{ij} - \bar{w})$ ,  $\bar{w}$ : Mittelwert der  $w_{ij}$

**Bewertung**: Beschreibt den Einfluss der durchschnittlichen Bewertung<sup>14</sup>, die ein bestimmter Benutzer für ein bestimmtes Reiseziel vergeben hat. Ein positiver Koeffizient würde anzeigen, dass ein Benutzer ein Reiseziel, das er in einem Jahr überdurchschnittlich gut bewertet hat, im nächsten Jahr eher wieder besuchen wird.

**Beiträge**: Stellt den Einfluss der Anzahl der Diskussionsbeiträge dar, die ein bestimmter Benutzer zu einem bestimmten Reiseziel geschrieben hat. Im Falle eines positiven Koeffizienten würde ein Benutzer ein Reiseziel eher besuchen, wenn er überdurchschnittlich viele Diskussionsbeiträge zu ihm geschrieben hat.

**Berichte**: Drückt den Einfluss der Anzahl der Reiseberichte aus, die ein bestimmter Benutzer zu einem bestimmten Reiseziel geschrieben hat. Die Interpretation ist analog zum vorigen Effekt.

**ego-Effekte** ( $s_{ik}(x) = v_i \cdot x_{i+} = v_i \cdot \sum_j x_{ij}$ ), Kovariatenefekte eines bestimmten Benutzers.

**Alter**: Beschreibt den Einfluss des Alters eines Benutzers auf seine Reiseaktivität. Ein positiver Koeffizient würde bedeuten, dass Benutzer, die älter als der Durchschnitt im jeweiligen Subnetzwerk sind, tendenziell eher reisen als Benutzer, die jünger sind; bei einem negativen Koeffizienten umgekehrt.

**Geschlecht**: Quantifiziert den Einfluss des Geschlechts eines Benutzers auf seine Reiseaktivität. Ein positiver Koeffizient würde anzeigen, dass Frauen eher reisen als Männer;

<sup>14</sup>Benutzer können im Reisebericht auch eine Bewertung des Freizeitangebots auf einer Skala von 1 (schlechteste Wertung) bis 5 (beste Wertung) vergeben.



Einflussfaktor	Subnetzwerk 1			Subnetzwerk 2		
	Modell 1-A	Modell 1-B	Modell 1-C	Modell 2-A	Modell 2-B	Modell 2-C
<b>Strukturell</b>						
Dichte	-1,187 (0,020)**	-1,209 (0,020)**	-1,192 (0,020)**	-1,514 (0,027)**	-1,496 (0,026)**	-1,517 (0,027)**
4er-Kreis				0,022 (0,002)**	0,018 (0,002)**	0,021 (0,002)**
<b>Dyadisch</b>						
Beiträge	0,004 (0,001)*	0,004 (0,001)*	0,004 (0,001)*			
Berichte	0,033 (0,007)**	0,028 (0,007)**	0,032 (0,007)**	0,031 (0,008)**	0,030 (0,007)**	0,031 (0,008)**
<b>ego</b>						
Alter	-0,052 (0,021)	-0,051 (0,021)	-0,052 (0,021)			
Bewertung	-0,099 (0,048)	-0,107 (0,047)	-0,098 (0,048)			
<b>alter</b>						
Bewertung	-0,778 (0,150)**	-0,778 (0,149)**	-0,782 (0,151)**	-0,530 (0,167)*	-0,544 (0,161)*	-0,533 (0,167)*
Beiträge	0,207 (0,011)**			0,156 (0,012)**		
Berichte		0,308 (0,015)**			0,234 (0,020)**	
Themen			0,237 (0,012)**			0,179 (0,015)**

Angabe:  $\hat{\mu}$  ( $\hat{\sigma}$ ); alle Schätzer signifikant zu  $\alpha < 0,05$ ; \*:  $\alpha < 0,01$ ; \*\*:  $\alpha < 0,001$

**Tabelle 3: Ergebnisse der finalen Modelle für die Subnetzwerke 1 und 2**

Einflussfaktor	Subnetzwerk 3, Modelle A-C		Subnetzwerk 4, Modelle A-C		Subnetzwerk 5, Modelle A-C	
<b>Strukturell</b>						
Dichte	[-2,172; -2,154]	**	[-1,667; -1,664]	**	[-1,723; -1,719]	**
4er-Kreis	[0,094; 0,101]	**	[0,221; 0,233]	*	[0,176; 0,181]	*
<b>Dyadisch</b>						
Bewertung			[0,420; 0,428]		[0,430; 0,434]	
Berichte	[0,142; 0,147]	**	[0,110; 0,114]	*	[0,171; 0,175]	*
<b>ego</b>						
Bewertung					[0,324; 0,325]	
Beiträge	[-0,080; -0,053]	*				
Berichte	0,102	(nur 3-C)				
<b>alter</b>						
Beiträge	0,230	** (nur 3-A)	0,139	*	0,103	*
Berichte	0,340	** (nur 3-B)	0,197	*	0,117	*
Themen	0,268	** (nur 3-C)	0,163	*	0,127	*

Angabe:  $[\hat{\mu}_{min}; \hat{\mu}_{max}]$ ; alle Schätzer signifikant zu  $\alpha < 0,05$ ; \*:  $\alpha < 0,01$ ; \*\*:  $\alpha < 0,001$

**Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse der finalen Modelle für die Subnetzwerke 3, 4 und 5**

bei einem negativen Koeffizienten umgekehrt.

**Bewertung:** Beschreibt den Einfluss des Mittelwerts aus allen Bewertungen für Reiseziele, die ein Benutzer für Reiseziele abgegeben hat. Ein positiver Koeffizient würde bedeuten, dass ein Benutzer, der im Mittel überdurchschnittlich gute Bewertungen vergeben hat, in Zukunft eher reisen wird als ein Benutzer, der im Mittel überdurchschnittlich schlechte Bewertungen vergeben hat.

**Beiträge:** Drückt den Einfluss der Anzahl der Diskussionsbeiträge (logarithmiert) aus, die ein Benutzer geschrieben hat. Bei einem positiven Koeffizienten wären Benutzer, die überdurchschnittlich viele Beiträge schreiben, tendenziell aktivere Reisende als Benutzer, die weniger Beiträge schreiben als der Durchschnitt.

**Berichte:** Stellt den Einfluss der Anzahl der Reiseberichte (logarithmiert) dar, die ein Benutzer geschrieben hat. Die Interpretation ist analog zum vorigen Effekt.

**alter-Effekte** ( $s_{ik}(x) = \sum_j x_{ij} \cdot v_j$ ), Kovariateneffekte eines bestimmten Reiseziels.<sup>15</sup>

**Bewertung:** Beschreibt den Einfluss der durchschnittlichen Bewertung, die Freizeitangebote an diesem Reiseziel bekommen haben. Damit überdurchschnittlich gut bewertete Reiseziele eher gewählt werden, müsste der Koeffizient positiv sein.

**Beiträge:** Repräsentiert den Einfluss der Anzahl der Diskussionsbeiträge (logarithmiert), die von allen Benutzern zu einem Reiseziel geschrieben wurden. Diskussionsbeiträge lassen sich als Indikator dafür auffassen, wie stark sich die Benutzer der Reiseplattform mit einem Reiseziel beschäftigen, wie groß das Interesse an ihm ist, ohne dass tatsächlich Reisen stattgefunden haben müssen (wie es bei Reiseberichten angenommen wird). Bei einem positiven Koeffizienten wären überdurchschnittlich viele Beiträge zu einem Reiseziel ein Grund für die Benutzer, das Reiseziel zu wählen.

**Berichte:** Stellt den Einfluss der Anzahl der Reiseberichte (logarithmiert) dar, die von allen Benutzern zu Freizeitangeboten an einem Reiseziel geschrieben wurden. Die Interpretation des Koeffizienten ist analog zum vorigen Effekt.

**Themen:** Drückt den Einfluss der Anzahl der Diskussions-themen (logarithmiert) aus, die zu einem Reiseziel eröffnet wurden. Die Anzahl der Diskussionsthemen lässt sich – ähnlich der Anzahl der Diskussionsbeiträge – als Indikator für das Interesse der Benutzer an dem Reiseziel interpretieren. Die Messgröße ist allerdings etwas unterschiedlich: Im Falle der Diskussionsthemen wird nicht zwischen langen und kurzen Diskussionen unterschieden, sondern eher die Spreizung des Interesses auf verschiedene Diskussionen bzw. Diskussionsthemen gemessen.

Beispielhaft sollen an dieser Stelle die Ergebnisse des Modells 2-A aus Tabelle 3 erläutert werden. Der geschätzte Parameter des Dichte-Effektes ist stark negativ ( $\beta = -1,514$ )

<sup>15</sup>Die Werte basieren auf dem gesamten Datensatz der Internetplattform, nicht nur auf den Daten des jeweiligen Subnetzwerks.

und statistisch höchst signifikant ( $\alpha < 0,01$ ;  $\sigma = 0,027$ ). Daraus lässt sich schließen, dass das Erstellen von Reiseberichten (bzw. damit auch Reisen) für die Akteure mit Kosten verbunden ist und nicht willkürlich erfolgt. Der positive ( $\beta = 0,022$ ), statistisch höchst signifikante ( $\alpha < 0,01$ ) 4er-Kreis-Effekt deutet darauf hin, dass Akteure, die in der Vergangenheit ähnliche Präferenzen bei ihren Reisezielen gezeigt haben, sich bei der Wahl neuer Reiseziele an den vergangenen Reisezielwahlentscheidungen der anderen Benutzer orientieren. Der positive ( $\beta = 0,031$ ), statistisch höchst signifikante ( $\alpha < 0,01$ ) dyadische Berichte-Effekt kann so interpretiert werden, dass ein Besucher in den folgenden Perioden ein Reiseziel dann besucht, wenn er in der Vorperiode besonders viele Reiseberichte zu diesem Reiseziel erstellt hat. Der negative ( $\beta = -0,530$ ), statistisch schwach signifikante ( $\alpha < 0,05$ ) Alter-Bewertung-Effekt impliziert, dass Reiseziele, die überdurchschnittlich gut bewertet werden, in folgenden Perioden eher nicht besucht werden. Der positive ( $\beta = 0,156$ ) und statistisch höchst signifikante ( $\alpha = 0,012$ ) alter-Beiträge-Effekt schließlich bedeutet, dass Reiseziele, zu denen in einer Vorperiode viele Diskussionsbeiträge im Forum erstellt wurden, in der nachfolgenden Periode bevorzugt besucht werden.

Die Modelle 2-B bzw. 2-C unterscheiden sich in der Auswahl der Effekte von 2-A nur dadurch, dass der alter-Beiträge-Effekt einmal durch den alter-Berichte-Effekt (2-B) und einmal durch den alter-Themen-Effekt (2-C) ersetzt wurden. Diese drücken die allgemeine Popularität eines Reiseziels anhand anderer Größen als der Anzahl der Diskussionsbeiträge aus. Die positiven ( $\beta = 0,234$  bzw.  $\beta = 0,179$ ) und statistisch höchst signifikanten ( $\alpha < 0,01$ ) Effekte zeigen, dass die Anzahl Reiseberichte, die ein Reiseziel in der Vorperiode bekommen hat, sowie die Anzahl der Diskussionsthemen, die in der Vorperiode im Forum zu diesem Reiseziel verfasst wurden, einen positiven Einfluss auf die Wahl des Reiseziels in der Nachperiode haben. Für die alter-Effekte aus Beiträgen, Berichten und Themen mussten jeweils eigene Modelle gebildet, da die Korrelationen zwischen diesen Effekten ansonsten zu groß gewesen wären.

## 6. DISKUSSION

In den ausgewählten Subnetzwerken zeigten sich vor allem die Koeffizienten der Reisezieleffekte (alter-Effekte) als vergleichsweise stark und signifikant. Die Anzahl der Diskussionsbeiträge, Reiseberichte und Diskussionsthemen zu einem Reiseziel haben demnach einen positiven Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, dass das Reiseziel bzw. ein Freizeitangebot, das an diesem Reiseziel liegt, gewählt wird. Dies entspricht der intuitiven Erwartung, dass diese Größen die Popularität des Reiseziels ausdrücken.

Interessanterweise wirkten sich in den Subnetzwerken 1 und 2 eine überdurchschnittlich gute Bewertung des Reiseziels negativ (bzw. eine unterdurchschnittliche Bewertung positiv) auf die Wahrscheinlichkeit aus, was der negative Koeffizient für den Effekt alter-Bewertung anzeigt. Das widerspricht zunächst der intuitiven Erwartung. Wir haben hierfür zwei sich ergänzende Erklärungen. Zum einen ist der negative Einfluss überdurchschnittlich guter Bewertungen evtl. darauf zurückzuführen, dass solche Bewertungen von anderen Benutzern als gefälscht oder aus anderen Gründen als unrealistisch eingeschätzt wurden, sodass sie den Bericht ignorierten oder sich sogar deswegen gegen ein Reiseziel bzw. Freizeitangebot entschieden haben. Die Werte für eine

durchschnittliche Bewertung lagen in etwa zwischen 3, 4 und 4, 0, mit einem Mittelwert von ca. 3, 6. Bei einer Bewertungsskala von 1 (schlechtester Wert) bis 5 (bester Wert) wurden also im Schnitt bereits gute Bewertungen vergeben.

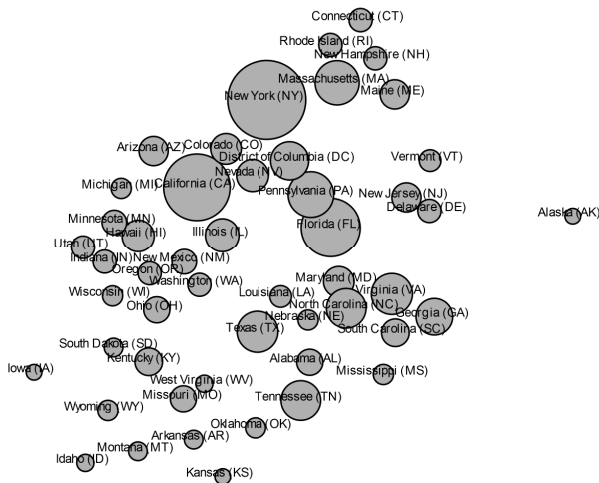
Zum anderen fällt auf, dass dieser negative Einfluss bei den Subnetzwerken 3 bis 5 *nicht* vorhanden war, bei denen zusätzlich als Filterkriterium galt, dass die Benutzer zu den Top-1.000-Verfassern von Diskussionsbeiträgen gehören mussten. Wir vermuten, dass durch dieses zusätzliche Kriterium auch Benutzer ausgeschlossen wurden, die etwa selber Betreiber des Freizeitangebots sind, das sie auf der Internetplattform bewertet haben. Diese Benutzer hätten allen Grund, auf eine unterdurchschnittliche Bewertung ihres Freizeitangebots mit vermehrten Berichten zu reagieren, was jedoch dem Kalkül eines realen Reisenden widerspricht. Durch den Ausschluss der Betreiber in den Subnetzwerken 3 bis 5 wurden deren Entscheidungen in diesen Datensätzen nicht mitmodelliert und der negative Einfluss des alter-Bewertung-Effekts war nicht mehr in der Zielfunktion vorhanden.

In den finalen Modellen aller Subnetzwerke war der dyadische Effekt der Anzahl der Berichte mit schwachem bis mittelmäßig starkem Einfluss enthalten. Der dyadische Effekt der durchschnittlichen Bewertung zeigte immerhin noch in zwei der fünf Subnetzwerke einen signifikanten, stark positiven Einfluss, der der Diskussionsbeiträge war nur in einem Netzwerk signifikant und hatte nur einen sehr schwachen, positiven Einfluss.

Die dyadischen Effekte zeigen an, dass Benutzer stärker dazu neigen, bereits im Vorjahr besuchte Reiseziele erneut zu besuchen, wenn sie zu ihnen Reiseberichte oder Diskussionsbeiträge schreiben oder sie in Reiseberichten gut bewerten. Dies entspricht der Erwartung, dass zufriedene (gute Bewertung) oder weiterhin interessierte (viele Diskussionsbeiträge) Benutzer ein Reiseziel erneut besuchen.

Die Effekte aus Eigenschaften der Benutzer hatten in den Subnetzwerken insgesamt wenig Einfluss. In keinem finalen Modell hatte das Geschlecht der Benutzer einen Einfluss, das Alter nur in einem Subnetzwerke und sein Einfluss war dort auch nur sehr schwach. Ebenso hatten die Anzahl der Diskussionsbeiträge und der Reiseberichte, die ein Benutzer verfasst hat, nur in den finalen Modellen eines Subnetzwerks einen schwachen Einfluss. Der Einfluss der durchschnittlichen Bewertung, die ein Benutzer vergeben hat, war zwar in zwei Subnetzwerken in den finalen Modellen enthalten, allerdings einmal mit positivem, einmal mit negativem Vorzeichen, wobei die Korrelation dieses Effekts mit anderen Effekten in den finalen Modellen sehr gering war (Korrelationskoeffizient absolut kleiner 0,13). Die Konsistenz dieses Einflusses ist daher fraglich.

In der Gruppe der strukturellen Effekte war der Effekt der Dichte in allen Modellen enthalten und hatte einen starken negativen Einfluss. Dies untermauert die Vermutung, dass das Verfassen von Reiseberichten für den Benutzer mit Kosten verbunden ist, da das Reisen selbst Kosten verursacht. Von den übrigen drei Effekten war nur der 4er-Kreis-Effekt in den finalen Modellen von vier Subnetzwerken enthalten, dort mit schwachem bis mittelmäßig starkem Einfluss. Er zeigt an, dass Benutzer dazu neigen, Reiseziele zu besuchen, die andere Benutzer mit ähnlichen Reisezielpräferenzen bereits besucht haben.



**Abbildung 4:** „Nähe“ der Reiseziele zueinander anhand des Reiseverhaltens der Benutzer im Jahr 2009 für das Subnetzwerk 2

Die Ergebnisse zeigen, dass der gewählte Ansatz vielversprechend ist und Potenzial für weitere Untersuchungen bietet. Auf der Reiseplattform beeinflussen – neben den grundsätzlichen Kosten einer Reise – vor allem Eigenschaften der Reiseziele, aber auch die Beziehung eines Benutzers zu einem Reiseziel (dyadische Effekte) und die Reisen anderer Benutzer mit ähnlichen Präferenzen die Reiseentscheidungen.

Der Einfluss einzelner unabhängiger Variablen auf die Chance (Odds<sup>16</sup>), dass ein Benutzer als nächstes einen Reisebericht zu einem bestimmten Reiseziel schreibt, wird in der logistischen Regression durch den Effektkoeffizienten  $e^{\beta_k}$  beschrieben. Bei Erhöhung der unabhängigen Variable um +1, erhöht sich der Odds um den Faktor  $e^{\beta}$ .

Am Beispiel des alter-Beiträge-Effekts, dessen Koeffizienten in der Größenordnung von ca.  $\beta = 0,2$  lagen, bedeutet das, dass sich die Chance um den Faktor  $e^{\beta} = e^{0,2} \approx 1,2214$  erhöht, also um ca. 22,14 Prozent, wenn die unabhängige Variable um +1 größer wird. Dabei ist zu beachten, dass die Werte dieses Effekts vor der Analyse in RSIENA logarithmiert wurden (Basis  $e$ ), so dass sich nicht die Anzahl der Diskussionsbeiträge um +1 erhöhen muss, sondern deren Logarithmus. Die Erhöhung des Logarithmus um +1 entspricht der Multiplikation des ursprünglichen Werts mit  $e^1$ . Angenommen, ein Reiseziel hat bisher 100 Diskussionsbeiträge erhalten und der Koeffizient für alter-Beiträge sei  $\beta = 0,2$ , dann müsste dieses Reiseziel  $100 \cdot (e^1 - 1) \approx 172$  Beiträge mehr bekommen, damit sich seine Chance (Odds), gegenüber anderen Reisezielen gewählt zu werden, um 22,14 Prozent erhöht. Hätte es bisher 100.000 Diskussionsbeiträge erhalten, wäre die absolute Zahl zusätzlich notwendiger Beiträge entsprechend größer.

Für die anderen Effekte gilt diese Rechnung analog, wobei bei Effekten, deren Daten nicht logarithmiert wurden, die Erhöhung der unabhängigen Variable direkt der Erhöhung der entsprechenden Größe im Datensatz entspricht.

<sup>16</sup>Verhältnis der Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis eintritt, zur Gegenwahrscheinlichkeit, dass es nicht eintritt.

Abbildung 4 visualisiert exemplarisch die „Nähe“ der Reiseziele zueinander, so wie sie sich aus dem Reiseverhalten bzw. den entsprechenden Reiseberichten der 100 Benutzer des Subnetzwerkes 2 im Jahr 2009 ergibt. Je näher zwei Reiseziele in der Abbildung nebeneinander liegen, desto öfter wurden beide Reiseziele von denselben Benutzern bewertet. Diese Darstellung spiegelt somit auch den 4er-Kreis-Effekt wider.

Die Größe des zugehörigen Kreises zu einem Reiseziel illustriert die Gesamtanzahl der Reiseberichte, die das jeweilige Reiseziel im Jahr 2009 von diesen 100 Benutzern erhalten hat. Die meisten Bewertungen im Jahr 2009 erhielt die Stadt New York. Auch wenn New York und Kalifornien geographisch weit voneinander entfernt liegen, sind sie in der Abbildung jedoch sehr nahe zueinander angeordnet, da dieselben Benutzer der online Plattform sowohl Reiseziele in New York als auch in Kalifornien bewertet haben. Die 100 Benutzer, die diese Reiseberichte erstellt haben, sowie die Kanten zwischen Nutzern und Reisezielen wurden aus der Abbildung ausgeblendet, um deren Lesbarkeit zu erhöhen.

## 6.1 Theoretische und praktische Relevanz

Aus wissenschaftlicher Sicht ist die Untersuchung in zweierlei Hinsicht relevant. Erstens ist der gewählte Ansatz die erste Anwendung einer inferenzstatistischen Methode auf die Dynamik eines bipartiten Netzwerks zur Untersuchung des Reiseverhaltens von Akteuren. Dabei konnte gezeigt werden, dass sich diese Fragestellung mit Hilfe der Klasse der aktorsbasierten Modelle grundsätzlich untersuchen lässt. Zweitens bietet der Ansatz die Möglichkeit, die inhaltlichen Ergebnisse anderer Studien hinsichtlich der Einflussfaktoren für Reiseentscheidungen zu überprüfen und gegebenenfalls qualitative Ergebnisse zu quantifizieren.

Der Ansatz lässt sich darüber hinaus auch auf andere Bewertungsportale im Internet übertragen, um Entscheidungen in Bezug auf Produkte oder Dienstleistungen anderer Domänen zu untersuchen. So kann beispielsweise der 4er-Kreis-Effekt Einflüsse durch Ähnlichkeiten in den Präferenzen verschiedener Benutzer / Käufer bzgl. des gleichen Buches, des gleichen Films oder der gleichen CD aufdecken. Dyadische Effekte eignen sich besonders, um Einflussfaktoren für Wiederholungskäufe z. B. bei Lebensmitteln oder Haushaltswaren zu identifizieren. Mittels der alter-Effekte lässt sich die allgemeine Popularität (möglicherweise in verschiedenen Größen gemessenen) von Produkten für eine Gruppe von Käufern abbilden und ihr Einfluss analysieren. Das kann beispielsweise bei solchen Elektronikartikeln eine wichtige Größe sein, bei denen weniger persönliche Präferenzen oder bisherige Erfahrung mit dem Produkt eine Rolle spielen, als viel mehr, dass das Produkt sich bei vielen Käufern bewährt hat.

In der Praxis kann der vorgestellte Ansatz vor allem für die Reise- und Tourismusbranche interessant sein. Die Weiterentwicklung des Ansatzes zu einer Prognosemethode für Reiseströme kann Unternehmen wie Fluggesellschaften helfen, die zur Planung ihrer zukünftigen Allokation von Personal, Flugzeugen und Zielflughäfen auf möglichst genaue Vorhersagen auf diesem Gebiet angewiesen sind.

Für Unternehmen, die selber als Freizeitangebote auf der Reiseplattform vertreten sind, besteht die Möglichkeit, ihre aktuelle Attraktivität auf der Plattform quantitativ einzuschätzen.

## 6.2 Kritische Würdigung und zukünftige Forschung

Das Ziel, einen Ansatz zu entwickeln, um Einflussfaktoren für Reiseentscheidungen von Benutzern einer online Reiseplattform zu identifizieren, wurde erreicht. Anhand von fünf Beispielnetzwerken wurden Modelle entwickelt und geschätzt, die jeweils den Einfluss verschiedener Effekte auf die Reiseentscheidung quantifizieren. Dabei konnten in jedem Modell mehrere signifikante Effekte isoliert werden. Die identifizierten Einflussfaktoren lassen sich jedoch aufgrund der (bewussten) starken Eingrenzung auf sehr aktive Benutzer nicht auf alle Benutzer der Internetplattform übertragen.

Wie jede empirische Studie, ist auch diese an einige zentrale Annahmen geknüpft, die ihre Aussagekraft unter Umständen einschränken könnten. Die zentralste Annahme bei der Auswertung von Reiseberichten aus dem Internet ist, dass ein Reisebericht eine reale Reise des Verfassers des Berichts zu dem bewerteten Freizeitangebot und damit zu dem entsprechenden Reiseziel widerspiegelt. Es besteht jedoch grundsätzlich die Möglichkeit, dass z. B. der Betreiber eines Freizeitangebots selber Reiseberichte darüber schreibt. Abgesehen davon, dass diese Berichte inhaltlich fragwürdig sind, da der Betreiber sein Angebot wohl immer gut bewerten wird, liegen ihnen keine realen Reisen zugrunde. Dadurch verzerren sie die Beobachtung des Reiseverhaltens anhand der Internetplattform. In unserer Untersuchung haben wir versucht, gefälschte Berichte herauszufiltern, indem wir aktive Benutzer fokussiert haben, die Berichte zu verschiedenen Reisezielen verfasst haben, und in drei der fünf Subnetzwerke zusätzlich verlangt haben, dass die Benutzer häufig Diskussionsbeiträge in Foren schreiben. Dennoch sollten weitere Forschungen dieses Problem untersuchen.

Außerdem sollten insbesondere die Gründe für den negativen Einfluss einer überdurchschnittlich guten Bewertung eines Reiseziels auf seine Wahlwahrscheinlichkeit näher untersucht werden. Wie dargestellt nehmen wir an, dass dieser Einfluss dadurch zustande kommt, dass Benutzer der Internetplattform außerordentlich gute Reiseberichte für ein Reiseziel als gefälscht oder naiv ansehen, und / oder, dass Betreiber von Freizeitangeboten auf schlechte Bewertungen mit (positiven) Berichten reagieren. Um diese Annahmen zu überprüfen, erscheint es sinnvoll, bei Reiseberichten den Zusammenhang zwischen überdurchschnittlicher Bewertung, Bewertung des Berichts durch andere Benutzer und Text (Länge, Semantik) zu untersuchen.

Daneben können die in diesem Artikel angewandten Modelle um zusätzliche Effekte erweitert werden, da die gesammelten Daten mehr Informationen beinhalten, als bisher verwendet wurden. So wurden etwa die Informationen über die Herkunft der Benutzer in dieser Untersuchung nicht genutzt, da das entsprechende Feld im Benutzerprofil nicht standardisiert ist, sondern Freitext zulässt. Eine nachträgliche Standardisierung der Angaben böte die Möglichkeit, die Reiseentscheidungen in Herkunft-Ziel-Reiseströme einzuordnen – eine Betrachtung, die für die Vorhersage der Nachfrage in der Reisebranche von großer Bedeutung ist.

Um den Ansatz dieses Artikels zu einer Prognosemethode für Reiseströme bzw. -trends zu erweitern, ist es außerdem notwendig, auf Basis der finalen Modelle zunächst Vorher-

sagen über die Entwicklungen von Reiseentscheidungen innerhalb des Datensatzes zu entwickeln und diese dann zu überprüfen. Die Ergebnisse sollten dann mit Realdaten zu Reiseentscheidungen und Reiseströmen verglichen und die Methode weiter automatisiert werden. Wir hoffen, dass diese Studie als Basis für derartige Nachfolgestudien dient.

## 7. REFERENCES

- [1] M. Ben-Akiva and S. Lerman. *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. MIT Press, 1985.
- [2] K. de Valck. *Virtual Communities of Consumption: Networks of Consumer Knowledge and Companionship*. PhD thesis, Erasmus University Rotterdam, 2005.
- [3] R. Diestel. *Graphentheorie*. Springer-Verlag, Heidelberg, 3. edition, 2006.
- [4] O. Frank and D. Strauss. Markov graphs. *Journal of the American Statistical Association*, 81(395):832 – 842, 1986.
- [5] E. García-Barriocanal, M.-A. Sicilia, and N. Korfiatis. 117 exploring hotel service quality experience indicators in user-generated content: A case using tripadvisor data. In *MCIS 2010 Proceedings*, 2010. Paper 33.
- [6] P. Holland and S. Leinhardt. A dynamic model for social networks. *Journal of Mathematical Sociology*, 5(1):5 – 20, 1977.
- [7] P. Holland and S. Leinhardt. An exponential family of probability distributions for directed graphs. *Journal of the American Statistical Association*, 76(373):33 – 50, 1981.
- [8] P. Jaccard. Contributions au problème de l’immigration post-glaciaire de la flore alpine. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 37:547 – 579, 1900.
- [9] M. Latapy, C. Magnien, and N. D. Vecchio. Basic notions for the analysis of large two-mode networks. *Social Networks*, 30(1):31 – 48, 2008.
- [10] L. Mendes-Filho and F. B. Tan. User-generated content and consumer empowerment in the travel industry: A uses & gratifications and dual-process conceptualization. In *PACIS 2009 Proceedings*, 2009. Paper 28.
- [11] J. Miguéns, R. Baggio, and C. Costa. Social media and tourism destinations: Tripadvisor case study. In *International Association for the Scientific Knowledge – Advances in Tourism Research*, 2008.
- [12] M. O’Mahony, P. Cunningham, and B. Smyth. An assessment of machine learning techniques for review recommendation. In *20th Irish Conference on Artificial Intelligence and Cognitive Science*, 2009.
- [13] M. O’Mahony and B. Smyth. A classification-based review recommender. *Knowledge-Based Systems*, 23(4):323 – 329, 2010.
- [14] P. Pattison and S. Wasserman. Logit models and logistic regressions for social networks: Ii. multivariate relations. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 52(2):169 – 193, 1999.
- [15] J. Putzke, K. Fischbach, D. Schoder, and P. Gloor. The evolution of interaction networks in massively multiplayer online games. *Journal of the Association*

- for *Information Systems*, 11:69 – 94, 2010.
- [16] U. Rabanser and F. Ricci. Recommender systems: Do they have a viable business model in e-tourism? In A. J. Frew, editor, *Information and Communication Technologies in Tourism 2005*, pages 160 – 171. Springer Vienna, 2005.
  - [17] F. Ricci and R. Wietsma. Product reviews in travel decision making. In M. Hitz, M. Sigala, and J. Murphy, editors, *Information and Communication Technologies in Tourism 2006*, pages 296 – 307. Springer Vienna, 2006.
  - [18] T. Snijders. Stochastic actor-oriented dynamic network analysis. *Journal of Mathematical Sociology*, 21:149 – 172, 1996.
  - [19] T. Snijders. The statistical evaluation of social network dynamics. *Sociological Methodology*, 31(1):361 – 395, 2001.
  - [20] T. Snijders. Models for longitudinal network data. In P. Carrington, J. Scott, and S. Wasserman, editors, *Models and Methods in Social Network Analysis*, pages 215 – 247. Cambridge University Press, New York, 2005.
  - [21] T. Snijders, G. van de Bunt, and C. Steglich. Introduction to stochastic actor-based models for network dynamics. *Social Networks*, 32(1):44 – 60, 2009.
  - [22] H. Song and G. Li. Tourism demand modelling and forecasting—a review of recent research. *Tourism Management*, 29(2):203 – 220, 2008.
  - [23] C. Steglich and A. Knecht. Die statistische Analyse dynamischer Netzwerkdaten. In C. Stegbauer and R. Häußling, editors, *Handbuch der Netzwerkforschung*. Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2010.
  - [24] S. Wasserman and K. Faust. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
  - [25] S. Wasserman and P. Pattison. Logit models and logistic regressions for social networks: I. an introduction to markov graphs and p\*. *Psychometrika*, 61(3):401 – 425, 1996.
  - [26] S. Witt and C. Witt. Forecasting tourism demand: A review of empirical research. *International Journal of Forecasting*, 11(3):447 – 475, 1995.

# **Einflussfaktoren auf die Präferenz bei Produktkonfiguratoren - Eine empirische Studie am Beispiel der Automobilindustrie**

M. Weinmann, S. Robra-Bissantz, M. Witt, E. Schmidt

Abteilung Wirtschaftsinformatik, Lehrstuhl Informationsmanagement, TU Braunschweig

Mühlenpfordtstraße 23

38106 Braunschweig

+ 49 531 391 3120

{markus.weinmann | s.robra-bissantz | m.witt | erwin.schmidt}@tu-braunschweig.de

## **ABSTRACT**

Produktkonfiguratoren dienen als Individualisierungsinstrument der Mass Customization. Es konnte von einigen Autoren gezeigt werden, dass die Expertise des Kunden einen maßgeblichen Einfluss auf die Präferenz bei Produktkonfiguratoren hat. So bevorzugen Experten Konfiguratoren mit der Möglichkeit Details zu spezifizieren (Parameterorientierung), wohingegen Novizen stattdessen die Angabe von Bedürfnissen vorziehen, die vom System in Parameter übersetzt werden (Bedürfnisorientierung). In diesem Beitrag werden neben der Expertise weitere Einflussfaktoren auf die Konfiguratorpräferenz theoretisch diskutiert und in einer Studie empirisch untersucht. Es kann gezeigt werden, dass neben der Expertise auch der kognitive Aufwand einen weiteren wichtigen Einflussfaktor auf die Präferenz hinsichtlich Produktkonfiguratoren darstellt.

## **Keywords**

Mass Customization, Car-Konfigurator, Konfiguratorpräferenz, Bedürfnis, Parameter, Expertise, Kognitiver Aufwand

## **1. MOTIVATION**

Die Automobilbranche ist eine der ersten gewesen, die eine Individualisierung ihrer Produkte per Baukastensystem zuließ [3]. Dabei findet diese „kundenindividuelle Massenfertigung“ (engl. mass customization) vor allem angebotsgetrieben aus Unternehmenssicht statt. Automobilhersteller geben dem Kunden die Möglichkeit aus vorgegebenen Design-Parametern ein individuelles Automobil zu konfigurieren (Parameterkonfiguration).

Seit 2005/2006 äußern Autoren häufiger Zweifel an der angebotsgetriebenen Konfiguration und sehen immer mehr den Kunden im Mittelpunkt der Konfiguration. Die Entwicklung vom Verkäufer- zum Käufermarkt aufgrund einer Marktsättigung führen zu einer Verschiebung der Macht bzw. Mitbestimmung hin zum Kunden. Vor allem SCHEER (2006) und DABIC (2006) haben in ihren Dissertationen („Kundenorientierte Produktkonfiguration“ [26] sowie „Kosten und Nutzen der Individualisierung bei der Produkt- und Markenwahl für den Konsumenten“ [3]) auf den Kunden im Individualisierungsprozess hingewiesen. Beide Autoren haben jeweils Konzepte und Prototypen vorgelegt, die die parameterbasierte Konfiguration entweder um ein Vorschlagssystem ergänzen [26] oder den Prozess der parameterbasierten Konfiguration flexibler gestalten [3]. Die Basis beider Untersuchungen blieb jedoch das parameterbasierte System.

RANDALL et al. (2007) gingen einen Schritt weiter, indem sie den Kunden noch stärker in den Fokus der Konfiguration setzten. Ihre Untersuchungen haben am Beispiel des DELL-Konfigurators ergeben, dass Nutzer unterschiedliche Anforderungen an einen Produktkonfigurator stellen. Diese Anforderungen hängen maßgeblich von der Expertise des Kunden ab. Dabei fanden sie heraus, dass die parameterbasierte Konfiguration eigentlich nur von Experten mit hohem Produktwissen bevorzugt wird. Novizen entscheiden sich dagegen für einen bedürfnisbasierten Konfigurator. Diese Konfiguratoren ermitteln die relativen Bedürfnisgewichte der Nutzer (z.B. mithilfe eines Schiebereglers), wobei jedes Bedürfnis einem Set von Parametern

entspricht (z.B. umweltbewusstes Fahren = PS + Verbrauch + cW-Werte) [24].

Trotz dieser Erkenntnisse werden in der Praxis fast ausschließlich parameterbasierte Systeme eingesetzt. Weitere Präferenzen, wie eine bedürfnisbasierte Konfiguration oder etwa Systeme ohne Konfiguration, werden in der Praxis nicht angeboten. Die Gründe hierfür könnten in der mangelnden Kenntnis der Anbieter über andere Konfigurationsmöglichkeiten oder der mangelnden Fähigkeit zur Einschätzung der Präferenz ihrer Kunden für eine bestimmte Konfigurationsart liegen. Oder sie gehen davon aus, dass Kunden die sich ein Auto konfigurieren das notwendige Basiswissen mitbringen, weshalb sich nach RANDALL et al. (2007) ein parameterbasierte Konfigurator am besten eignen würde [24].

Ziel dieser Untersuchung ist herauszufinden, ob Kunden tatsächlich bevorzugt parameterbasiert konfigurieren wollen. Des Weiteren soll gezeigt werden, dass es neben der von RANDALL et al. (2007) ausgewählten Expertise noch weitere Einflussfaktoren im Individualisierungsprozess gibt, die sich auf die Präferenz bei Produktkonfiguratoren (parameter- oder bedürfnisbasiert) auswirken [24].

## 2. THEORIE UND HYPOTHESEN

### 2.1 Literaturübersicht

Die Produktkonfiguration ist bereits seit einiger Zeit Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Eine Definition geben REICHWALD & PILLER (2009) [25]. Sie bezeichnen die **Produktkonfiguration** (User Design, Co-Design) als „die gemeinsame Definition von Produkten und Leistungen in einem Interaktionsprozess mit dem Kunden.“ **Produktkonfiguratoren** (Toolkits for User Design) sind in diesem Zusammenhang „Designwerkzeuge, mit deren Einsatz die Entwicklung bzw. das Design von Produkten systematisch auf den einzelnen Kunden ausgelagert werden kann [28].“ Bei der Produktkonfiguration handelt es sich um eine direkte Leistungswahl, bei der der Kunde innerhalb eines eingeschränkten Leistungsraums verschiedene Leistungseigenschaften sowie deren Werte auswählen kann [27]. Produktkonfiguratoren gelten daher auch als „enabler“ für Mass Customization [2]. ZIPKIN (2001) sieht Konfiguratoren als Systeme zur Bedürfnisabfrage, die den Kunden durch den Individualisierungsprozess begleiten. Je genauer dabei die Kundeninformationen abgefragt werden, desto besser passt das konfigurierte Ergebnis [31].

Zwei verschiedene Systeme zur Abfrage der Kundeninformationen haben RANDALL et al. (2007) hinsichtlich der Expertise (= Produktwissen [22]) von Kunden untersucht: die parameterbasierte und bedürfnisbasierte Konfiguration. Die Autoren konnten nachweisen, dass mit zunehmender Expertise die Präferenz für die parameterbasierte Konfiguration zunimmt, gleichzeitig nimmt die Vorliebe für bedürfnisbasierte Konfiguration ab. Weitere Einflussfaktoren (neben der Expertise) auf die Konfigurator-Präferenz haben sie allerdings nicht berücksichtigt [24].

Im Folgenden werden weitere Faktoren im Hinblick auf Individualisierungsbedürfnisse dargestellt, die neben der Expertise einen Einfluss auf die Präferenz bei Konfiguratoren haben:

Als Einflussfaktoren für die Individualisierung beim Automobilkauf nennt DABIC (2006) neben der von RANDALL et al.

(2007) genutzten erklärenden Variable „Expertise“ noch Involvement (bzgl. des Produkts), spezifisches Selbstvertrauen beim Automobilkauf, Ausgabebereitschaft für Autos, kognitiver Aufwand für Such-, Denk- und Informationsprozesse, allgemeiner sowie produktklassenbezogene Wunsch nach Individualität und vorrangiger Nutzen, welchen der Konsument bei der individuellen Produktwahl verfolgt [3][4][24].

HUFFMAN & KAHN (1998), ebenso wie HEITMANN et al. (2006) befassen sich mit Variantenvielfalt [14][13][12]. HUFFMAN & KAHN (1998) empfehlen der Vielfalt mit unterstützenden Systemen zu begegnen, wobei sie ebenfalls von einem negativen Einfluss („mass confusion“) übermäßiger Vielfalt auf den Kundennutzen ausgehen [14]. HEITMANN et al. (2006) stellen des Weiteren den Bezug zum Kundennutzen über das Konstrukt der „alignability“ her, wobei vergleichbare Eigenschaften auf einer Dimension den negativen Effekt der Vielfalt kompensieren [12].

FRANKE et al. (2009) können in ihrer Studie positive Effekte auf die Kauf- und Zahlungsbereitschaft so wie der Einstellung gegenüber individualisierbaren Produkten messen. Dem liegen die drei Faktoren „better insight into their own preferences“, „a better ability to express their preferences“ und „greater product involvement“ zugrunde [10].

In einer weiteren Studie untersuchen FRANKE et al. (2008) den Einfluss von User Communities bei der Konfiguration [8]. Bisherige Arbeiten konzentrierten sich bisher nur auf den dyadischen Aspekt der Kunden-System-Interaktion. User Communities erweitern die Kunden-System-Interaktion. Ergebnisse der Studie belegen ein verbessertes Prozessergebnis, das auf die genauere Präferenzkonformität zwischen Nutzer und Community zurückzuführen ist [23].

Des Weiteren existieren Ansätze von IHL et al. (2006) so wie von FRANKE & SCHREIER (2009) die das Erlebnis beim Co-Design als Zufriedenheitsfaktor sehen [15][9]. Kaplan et al. (2007) sehen darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen der Konsumhäufigkeit (consumption frequency) und Individualisierungswünschen [17].

Eine Zusammenfassung der Faktoren kann Tabelle 1 entnommen werden. Die Frage, wie sich einzelne Faktoren auf den Kundennutzen auswirken, konnte mit Studien belegt werden. Neben den in Tabelle 1 aufgezeigten Einflussfaktoren konnten darüber hinaus noch weitere Faktoren aus der Literatur extrahiert werden, wie z.B. process effort, consumption frequency oder auch enjoyment bzw. Erlebnis. Mangels valider und reliabler Konstrukte zum hier verwendeten quantitativen Untersuchungsdesign wurden diese Faktoren jedoch nicht mit in diese Studie aufgenommen. Für diese Einflussfaktoren würde sich ein experimentelles Untersuchungsdesign besser eignen.

Im Rahmen dieser Studie werden die Faktoren Expertise, Kognitiver Aufwand, Involvement, Selbstvertrauen, Vielfaltsempfinden, Individualität, Präferenzeinsicht, sowie die Fähigkeit, Präferenzen ausdrücken zu können, Ausgabebereitschaft und der Einfluss von User Communities als erklärende Variablen für die abhängige Variable „Konfiguratorpräferenz“ herangezogen und untersucht. Die Konfiguratorpräferenz kann die Ausprägungen „parameterbasiert“ oder „bedürfnisbasiert“ annehmen.

**Tabelle 1: Ausgewählte Einflussfaktoren im Individualisierungsprozess**

Kriterium	Quelle
Expertise	RANDALL et al. 2007, DABIC 2006
Kognitiver Aufwand	DABIC 2006
Involvement	FRANKE et al. 2009 DELLAERT & STREMERSCHE 2005 DABIC 2006
Selbstvertrauen	DABIC 2006
Vielfaltsempfinden	HEITMANN et al. 2006 HEITMANN et al. 2007 HUFFMAN & KAHN 1998
Individualität	DABIC 2006 FRANKE et al. 2008 FRANKE & SCHREIER 2009
Präferenzeinsicht	FRANKE et al. 2009
Fähigkeit, Präferenzen ausdrücken zu können	FRANKE et al. 2009 HUFFMAN & KAHN 1998
Ausgabebereitschaft	DABIC 2006
User-Communities	PILLER et al. 2005 FRANKE et al. 2008

Für gewöhnlich haben Kunden einen verschiedenen Hintergrund hinsichtlich ihrer Fertigkeiten und unterscheiden sich zudem hinsichtlich der Fähigkeit ihre Bedürfnisse und Wünsche zu äußern [19]. In Anlehnung daran und an die Studie von RANDALL et al. (2007) stellt sich im Folgenden die Frage, *welche* Einflussfaktoren (neben Expertise) sich *wie* auf die Präferenz bei Konfiguratoren auswirken [24].

## 2.2 Hypothesengenerierung

Als Untersuchungsobjekt dienten Car-Konfiguratoren, da davon ausgegangen werden kann, dass bei einem komplexen Produkt, wie einem Automobil, die Individualisierungsmöglichkeiten vielfältig sind. Im Folgenden werden daher Hypothesen aufgestellt, um aus den Einflussfaktoren im Individualisierungsprozess die Konfiguratorpräferenz bzgl. parameterbasierter oder bedürfnisbasierter Konfiguratoren zu überprüfen.

### Expertise

Nach DABIC (2006) ist mit zunehmender Expertise der Konsument eher dazu geneigt, sich mit dem Aufwand einer Produktindividualisierung auseinanderzusetzen [3]. Da parameterbasierte Systeme Produktdetails sehr genau abbilden, wird hypothetisiert, dass Benutzer mit hoher Expertise zur parameterbasierten Konfiguration tendieren.

H1a: Nutzer mit hoher Expertise tendieren zu parameterbasierten Konfiguratoren.

H1b: Nutzer mit geringer Expertise neigen dazu, bedürfnisbasierte Konfiguratoren zu bevorzugen.

### Kognitiver Aufwand

DABIC (2006) geht davon aus, dass Kunden, die kognitiven Aufwand nicht scheuen, einen Konfigurationsvorgang als weniger aufwendig empfinden [3]. Im Gegenzug schätzen Personen, die ein geringeres Involvement aufweisen, sowohl den Informationsaufwand als auch den Denk- und Suchaufwand höher ein. Das führt zu folgenden Hypothesen:

H2a: Nutzer die einen hohen Aufwand für Such-, Denk- und Informationsprozesse betreiben, tendieren eher zu parameterbasierten Konfiguratoren.

H2b: Nutzer die einen hohen Aufwand für Such-, Denk- und Informationsprozesse scheuen, neigen eher zu bedürfnisbasierten Konfiguratoren.

### Involvement

ZAICHKOWSKY (1985) definiert Involvement als „a person's perceived relevance of the object based on inherent needs, values and interests“ [20][30]. „Inherent needs“, „values“ und vor allem „interests“ deuten wiederum auf eine hohe Bereitschaft hin, sich mit Details zu beschäftigen. Diese Nutzer sind hypothetisch mit einem parameterbasierten Konfigurator besser bedient.

H3a: Nutzer mit hohem Produkt-Involvement tendieren zu parameterbasierten Konfiguratoren.

H3b: Nutzer mit niedrigem Produkt-Involvement neigen dazu, bedürfnisbasierte Konfiguratoren zu bevorzugen.

### Selbstvertrauen

Bei mangelndem Selbstvertrauen fallen die Zweifel an der eigenen Urteilskraft größer aus. In Verbindung mit einem hohen Anschaffungspreis führt dies zu Unsicherheit. Erfahrene Nutzer besitzen aufgrund ihrer Produkt-Präferenzeinsicht sowie ihres Produkt-Involvements und –wissens ein hohes Selbstvertrauen [2]. Daraus ergeben sich folgende Hypothesen:

H4a: Nutzer mit hohem spezifischen Selbstvertrauen tendieren zu parameterbasierten Konfiguratoren.

H4b: Nutzer mit geringem spezifischen Selbstvertrauen bevorzugen bedürfnisbasierte Konfiguratoren.

### Vielfaltsempfinden

Unter Variantenvielfalt wird die Anzahl der Merkmale eines Produkts sowie die Anzahl der Ausprägungen eines Merkmals verstanden [13]. Ausprägungen können ihrerseits wieder Merkmale sein und sich damit theoretisch über beliebig viele Ebenen hinziehen. Dabei fühlen sich vor allem Novizen mit steigender Vielfalt schnell überfordert, während Experten mit Vielfalt besser umgehen können (geringeres Vielfaltsempfinden).

H5a: Nutzer mit einem geringen Vielfaltsempfinden tendieren eher zu parameterbasierten Konfiguratoren.

H5b: Nutzer, welche die Ausstattungsvielfalt eher als hoch einschätzen, tendieren zu bedürfnisbasierten Konfiguratoren.



### **Individualität**

Nimmt der Kunde in seinem Produkt einen Unterschied gegenüber anderen Produkten der gleichen Kategorie wahr, handelt es sich für ihn um einzigartiges Produkt. Studien von FIORE et al. (2004) konnten bereits belegen, dass Kunden mit generellen Vorlieben für einzigartige Produkte eine signifikant höhere Bereitschaft zur Nutzung von Mass-Customization-Systemen zeigen [6][7]. Der höchste Grad an Individualität kann durch parameterbasierte Systeme erreicht werden, da hierbei sämtliche zur Verfügung stehenden Optionen („Stellhebel“) durch den Kunden selbst beeinflusst werden können. Daher wird hypothetisiert:

H6a: Nutzer mit dem Wunsch nach Individualität bevorzugen eher parameterbasierte Konfiguratoren.

H6a: Nutzer mit einem geringen Individualitätsstreben ziehen eher bedürfnisbasierte Konfiguratoren vor.

### **Präferenzeinsicht**

Nach HUFFMAN & KAHN (1998) sollten potenzielle Kunden nicht nur die Eigenschaften des Produktes kennen, sondern auch ihre diesbezüglichen Präferenzen [14]. Präferenzen sind das Ergebnis von Prozessen der Verarbeitung von Informationen jedweder Art. Die Art des Informationsaufrufs, die Form der Informationskodierung und der situative Kontext der Kaufentscheidung sind wesentlich für die Präferenzbildung [13]. Kunden, die sowohl ihre Präferenzen kennen als auch domänenspezifisches Wissen durch Erfahrung und Training sammeln, werden als Experten (experts) bezeichnet [29]. Experten zeichnen sich durch die Fähigkeit aus, ihre wahren Vorlieben durchgängig und widerspruchsfrei zu zeigen. Daher wird hypothetisiert, dass Nutzer, die ihre Präferenzen kennen, die parameterbasierte Konfiguration bevorzugen.

H7a: Nutzer mit Kenntnis ihrer Produkt-Präferenzen tendieren zu parameterbasierten Konfiguratoren.

H7b: Nutzer ohne feste Produkt-Präferenzen neigen dazu, bedürfnisbasierte Konfiguratoren zu bevorzugen.

### **Fähigkeit, Produkt-Präferenzen ausdrücken zu können**

Geäußerte Präferenzen können von den tatsächlichen abweichen, da die Übermittlung von Präferenzen Fehlerpotential enthält. Fehlerquellen können die Artikulationsfähigkeiten der Benutzer oder Handhabungsprobleme der Kommunikationssysteme betreffen [10]. Es wird hypothetisiert, dass Nutzer, die ihre Präferenzen ausdrücken können, zur parameterbasierten Konfiguration neigen.

H8a: Nutzer, die ihre Präferenzen ausdrücken können, tendieren zu parameterbasierten Konfiguratoren.

H8b: Nutzer, die ihre Präferenzen nicht ausdrücken können, bevorzugen eher bedürfnisbasierte Konfiguratoren.

### **Ausgabebereitschaft**

Die Ausgabebereitschaft spiegelt den maximalen Preis wider, bis zu dem ein Kunde bereit ist, eine Einheit eines Produktes zu kaufen. Bei der Mass Customization besteht aufgrund der

Differenzierung ein großer Vorteil für Anbieter darin, ein Preispremium für individuelle Produkte erheben zu können [25]. FRANKE et al. (2009) konnten eine erhöhte Zahlungsbereitschaft bei individualisierbaren Zeitungen messen [10]. REICHWALD & PILLER (2009) weisen im Bereich individualisierbarer Uhren ein Preispremium von bis zu 100 % nach [25]. Benutzer, die eine erhöhte Zahlungsbereitschaft haben, wählen auch vermehrt Zusatzausstattung [3]. Über diesen Zusammenhang wird daher hypothetisiert:

H9a: Nutzer, die bereit sind einen höheren Aufschlag für ein individualisiertes Produkt zu bezahlen, werden eher parameterbasiert konfigurieren.

H9b: Nutzer, die nicht bereit sind, einen höheren Aufpreis für ein individualisiertes Produkt gegenüber einem Standard-Produkt zu zahlen, werden eher bedürfnisbasiert konfigurieren.

### **Communities**

KRAMER et al. (2007) konnten in ihrer Studie zeigen, dass Kunden Produkte bevorzugen, welche auf der Grundlage von Präferenzen anderer basieren [10][18]. Meinungen anderer Kunden begünstigen bessere Ergebnisse, weil z. B. Novizen aufgrund des Expertenwissens anderer Nutzer Produkte bedürfnisgerechter und effizienter gestalten können [23]. Die Nutzung von User Communities ist ein Indikator für die Präferenz für parameterbasierte Konfiguratoren, denn Nutzer, die den Aufwand betreiben sich in User Communities über Details zu informieren, wollen diese auch detailliert konfigurieren können:

H10a: Nutzer, die User Communities mit einbeziehen, tendieren zu parameterbasierten Konfiguratoren

H10b: Nutzer, die gerne alleine konfigurieren, bevorzugen den bedürfnisbasierten Konfigurator

## **3. QUANTITATIVE UNTERSUCHUNG**

### **3.1 Vorgehen und Methode**

Das Ziel dieser quantitativen Studie liegt darin, statistische Zusammenhänge zwischen Einflussfaktoren, die aus Untersuchungen des Individualisierungsprozesses bekannt sind, und Konfiguratorpräferenzen zu untersuchen.

### **Datenerhebung und deskriptive Beschreibung des Datensatzes**

Hinsichtlich der Methodik handelt es sich bei der vorliegenden Befragung um eine Querschnittsuntersuchung, die online als Befragung durchgeführt wurde. Eine Rücklaufquote konnte aufgrund der Online-Umfrage nicht ermittelt werden. Die Umfrage wurde zum einen in verschiedenen Automobil-Foren verlinkt, zum anderen auf verschiedenen sozialen Netzwerken (v.a. Facebook und StudiVZ) gepostet. Insgesamt wurden 114 Fragebögen ausgewertet, die zwischen dem 03.05.2010 und 21.05.2010 erhoben wurden. Der benötigte Stichprobenumfang hängt von der Anzahl der zu schätzenden Modellparameter ab. Für ein stabiles Modell werden pro Modellparameter mindestens zehn Beobachtungen benötigt [11]. Da das Modell in dieser Studie zehn Modellparameter/Faktoren hat, wären mindestens 100

Probanden notwendig gewesen, tatsächlich waren es 114. Die deskriptive Beschreibung des Datensatzes kann der Tabelle 2 entnommen werden. Das webbasierte Umfragetool ließ durch eine integrierte Vollständigkeitsüberprüfung nur gänzlich ausgefüllte Fragebögen zu. Einzige Ausnahme bilden die Verzweigungsfragen, die erst nach Filterfragen sichtbar wurden. Insgesamt gab es 25 Fragen zu beantworten – zuzüglich drei Verzweigungsfragen. Die Bearbeitungszeit war mit etwa 15 Minuten beziffert. Die Auswertung der Fragebögen wurde in dem Statistikprogramm PASW Statistics 18.0 vorgenommen.

**Tabelle 2: Deskriptive Beschreibung des Datensatzes**

Beschreibung der Untersuchungssubjekte			
Probanden			114
Anteil Frauen			20,2 %
Mittel Alter			31,2
Anteil verheiratet			28,9 %
Anteil ohne Kinder			72,8 %
Mittel Nettoeinkommen			2.636 €
Mittel Ausgabebereitschaft			23.070 €
Mittel Aufpreisbereitschaft			2.068 €
Mittel PKWs in Besitz			1,4
Anteil geplanter Autokauf innerhalb 12 Monate			39,5 %
Anteil Konfigurationserfahrung			78,9
Beschreibung der Variablen			
	Mittel	Median	Std. dev.
Abhängige Variablen			
Konfiguratorpräferenz	3,92	5,00	1,55
Unabhängige Variablen			
Expertise	4,14	4,50	1,43
Kognitiver Aufwand	4,57	4,67	1,25
Involvement	4,05	4,00	1,54
Selbstvertrauen	4,05	4,00	1,40
Vielfaltsempfinden	4,05	4,00	1,40
Wunsch Individualität	3,90	4,00	1,26
Präferenzeinsicht	3,35	3,33	0,79
Ausgabebereitschaft	4,02	4,00	0,99
Communities	2,71	2,00	1,56
Die Variablen wurden auf einer Skala von 1 bis 6 gemessen, wobei 1 = „trifft nicht zu“ & 6 = „trifft voll zu“ entsprechen.			

## Methoden

Neben deskriptiven Statistiken kamen Verfahren zur linearen Regression zum Einsatz. Da die Hypothesen auf Ursache-Wirkungsbeziehungen abzielen handelt es sich um eine Dependenzanalyse. Für die Be-/ bzw. Widerlegung der Hypothesen ist daher die Richtung der Zusammenhänge entscheidend, weshalb auf die Methoden der einfachen und multiplen Regression zurückgegriffen wird:

- Univariate Regression, um Kausalbeziehungen zwischen der abhängigen und jeweils einer erklärenden Variable zu ermitteln.
- Multivariate Korrelation, um mögliche Multikollinearitäten aufzudecken.
- Stepwise-Regression, um auf Basis der erklärenden Variablen ein Gesamtmodell mit dem höchsten Erklärungsgehalt zu erhalten (Nettoerklärungsbeitrag).

## Voraussetzung für lineare Regression

Ab einer Anzahl von fünf Kategorien und unter Annahme gleicher Skalenabstände können ordinale Variablen als metrische Variablen behandelt werden [5]. Da in der Befragung sechsstufige Likert-Skalen verwendet wurden, kann somit die lineare Regressionsanalyse eingesetzt werden. Um den Einfluss einzelner erklärender Variablen auf die abhängige Variable „Konfiguratorpräferenz“ zu testen, wurde eine univariate Regressionsanalyse durchgeführt.

Der Einfluss aller relevanten Variablen zusammen wurde mit Hilfe einer Stepwise-Regression untersucht. Hierbei werden nach mehreren Iterationen (Schritt für Schritt) nur diejenigen abhängigen Variablen berücksichtigt, die zusammen den höchsten Erklärungsgehalt für das Modell liefern. Variablen, die das Modell nicht signifikant verbessern, werden nach jeder Iteration entfernt. Voraussetzung für das Verfahren ist, dass die unabhängigen Variablen nicht untereinander korreliert sind (Multikollinearität). Um dies sicherzustellen wurde die Korrelationsmatrix betrachtet. Zwei Variablen gelten als multikorreliert, wenn der Korrelationskoeffizient den kritischen Wert von 0,6 überschreitet, bei harter Rigidität des Modells 0,8. In dieser Studie wurde ein mittlere kritischer Wert von 0,7 gewählt. Eine weitere Voraussetzung ist die Linearität des Zusammenhangs, die ebenfalls aus der Korrelationsmatrix sowie anhand der Signifikanz der Regressionskoeffizienten abgelesen werden kann. Weitere Tests sind:

- Güte der Modellanpassung:  $R^2$  (Varianzerklärung)
- Güte der Regressionsfunktion: F-Test
- Güte der Regressionskoeffizienten: T-Test

## 3.2 Operationalisierung

Die Operationalisierung der abhängigen und erklärenden Variablen erfolgte anhand von Likert-Skalen, die bis auf „Ausgabebereitschaft“ und „Fähigkeit, seine Präferenzen auszudrücken“ auf Skalen mit sechs Kategorien gemessen wurden, von 1 = „trifft überhaupt nicht zu“ bis 6 = „trifft völlig zu“ (siehe Tabelle 2).

Da die Items aus vorhandenen Studien abgeleitet wurden, sind diese bereits auf Validität und Reliabilität getestet worden.

### Konfiguratorpräferenz

Die Probanden sollten sich auf Basis zweier charakteristischer Abbildungen der jeweiligen Konfiguratoren und einer Auflistung dominierender Merkmale entscheiden:

Variante 1 (parameterbasiert):

- Ich konfiguriere mein Auto gerne Detail für Detail und nehme dafür viele Einstellungsmöglichkeiten in Kauf.
- Mir sind die Zusammenhänge zwischen meinen Bedürfnissen und den gegebenen Auswahlmöglichkeiten bei Autos bekannt.
- Ich möchte genau wissen, aus welchen konfigurierbaren Komponenten sich mein Auto zusammensetzt.

Variante 2 (bedürfnisbasiert):

- Ich bevorzuge Konfiguratoren, bei denen ich nur meine Bedürfnisse angeben muss und daraufhin passende Vorschläge erhalte.
- Mir fehlt ein tiefer gehendes technisches Verständnis für Autos.
- Ich vertraue Produktvorschlägen des Konfigurators.

Die Teilnehmer mussten auf einer sechs-stufigen Likert-Skala zumindest eine Tendenz für die jeweilige Konfiguratorpräferenz äußern ohne eine neutrale Position einnehmen zu können.

### Expertise

Die Expertise leitet sich aus zwei Messkonstrukten in Anlehnung an DABIC (2006) und JAIN & SRINIVASAN (1990) ab: „Ich kenne mich mit Autos sehr viel besser aus, als der durchschnittliche Konsument“; „Bei der Autoentscheidung bin ich mir eher unsicher.“ („trifft überhaupt nicht zu“ bis „trifft völlig zu“, jeweils sechs Stufen). [3][16]

### Präferenzeinsicht

Die Präferenzeinsicht wird über vier Konstrukte nach BEARDEN & NETEMEYER (1999) gemessen: „Ich ziehe es vor, eine neutrale Position zu komplexen Sachverhalten zu beziehen“; „Es ist für mich sehr wichtig, feste Überzeugungen zu haben“; „Ich nehme viel öfter Stellung zu etwas als eine durchschnittliche Person“; „Ich habe eine Präferenz für eine oder mehr Autovarianten in einer Produktklasse“. Das letzte Konstrukt umfasst die spezifische Präferenz hinsichtlich Autovarianten, während die ersten drei Fragen auf generelle Fähigkeiten zur Präferenzbildung abzielen. [1]

### Fähigkeit seine Präferenzen auszudrücken

Die Fähigkeit eigenen Präferenzen ausdrücken zu können, wird aufgrund der von FRANKE et al. (2009) nachgewiesenen Korrelation zwischen der Bildung einer Person und der Fähigkeit sich auszudrücken gemessen: „Welches ist Ihr höchster erreichter Ausbildungsabschluss?“. Die Teilnehmer konnten dann aus einer Reihe vorgeschlagener Abschlussmöglichkeiten wählen (Skala: Volks-/Hauptschule; Mittlere Reife und Lehre; Mittlere Reife ohne Lehre; Abitur; Universität; ohne Abschluss). [9]

### Involvement

Die Konstrukte „man kann sagen, dass Autos mich sehr interessieren“ und „Autos sind mir außergewöhnlich wichtig“ nach dem englischsprachigen Vorbild von LAURENT & KAPFERER (1985) bzw. JAIN & SRINIVASAN (1990) wurden bereits bei DABIC (2006) zur Messung des Produkt-Involvement eingesetzt und werden auch hier herangezogen. [3][16][21]

### Vielfaltsempfinden

Variantenvielfalt wird anhand der empfundenen Vielfalt am Produkt Automobil gemessen: „Ich finde die Anzahl der Konfigurationsmöglichkeiten bei einem Auto ist 1 = „deutlich zu gering“ bis 6 = „deutlich zu hoch“ [3].

### Selbstvertrauen

Das Selbstvertrauen kann mit der Operationalisierung von LAURENT & KAPFERER (1985) gemessen werden [3][21]. Das deutsche Äquivalent lautet: „Wenn man sich ein Auto kauft, kann man sich seiner Wahl nie sicher sein“ bzw. „Das Risiko, beim Autokauf einen Fehler zu machen, finde ich sehr groß“.

### Kognitiver Aufwand

Ebenfalls von DABIC (2006) stammt die Operationalisierung des Konstrukts für den kognitiven Aufwand, das durch die drei nachstehenden Fragen bestimmt wird: „Mich über alle Modelle und Ausstattungsvarianten zu informieren ist mir einfach zu mühsam“; „Sich sein persönliches Auto zusammenzustellen ist die Zeit und Mühe wert“; „Mit den Details der Ausstattung beschäftige ich mich nicht gerne“. [3]

## 3.3 Ergebnisse

### Ergebnisse der univariaten Analyse

Für die Hypothesentests zum Einfluss einzelner Variablen auf die Konfiguratorpräferenz wurden univariate Regressionsanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse dazu können der Tabelle 3 entnommen werden.

**Tabelle 3: Ergebnisse der univariaten Regression**

Variable	Konstante	Koeffizient	R <sup>2</sup>	T-Wert
Expertise	1,00**	0,71**	0,42	9,01
Kognitiver Aufwand	0,33	0,79**	0,39	8,48
Involvement	1,84**	0,51**	0,26	6,28
Selbstvertrauen	1,80**	0,53**	0,22	5,68
Vielfaltsempfinden	1,88**	0,52**	0,18	4,97
Individualität	1,25**	0,80**	0,16	4,69
Präferenzeinsicht	1,58**	0,58**	0,14	4,27
Ausgabebereitschaft	4,27**	-0,13	0,02	-1,39
Communities	4,38**	-0,04	0,00	-0,46

\* p < 0,10; 1-seitiger Test, \*\* p < 0,05; 1-seitiger Test.

**Tabelle 4: Korrelationen nach Pearson**

	Konfigurator- präferenz	Produkt- wissen	Kognitiver Aufwand	Involvement	Selbst- vertrauen	Individualität	Ausgabe- bereitschaft	Vielfalts- empfinden	Präferenz- einsicht	Communities
Konfiguratorpräferenz	1									
Produktwissen	,648**	1								
Kognitiver Aufwand	,625**	,483**	1							
Involvement	,510**	,711**	,517**	1						
Selbstvertrauen	,473**	,623**	,385**	,352**	1					
Individualität	,405**	,497**	,504**	,567**	,304**	1				
Ausgabebereitschaft	-,130	-,057	,009	,054	,019	,210*	1			
Vielfaltsempfinden	,425**	,430**	,484**	,389**	,304**	,439**	,148	1		
Präferenzeinsicht	,374**	,454**	,473**	,442**	,324**	,496**	,071	,476**	1	
Communities	-,050	,173	,082	,215*	,123	,347**	,451**	,199	,456**	1

\* p < 0,10; 1-seitiger Test, \*\* p < 0,05; 1-seitiger Test.

Aus diesen Daten lassen sich die folgenden Regressionsgleichungen ableiten:

- (1) Konfiguratorpräferenz = 1,00 + 0,71 \* Expertise
- (2) Konfiguratorpräferenz = 0,33 + 0,79 \* Kognitiver Aufwand
- (3) Konfiguratorpräferenz = 1,84 + 0,51 \* Involvement
- (4) Konfiguratorpräferenz = 1,80 + 0,59 \* Selbstvertrauen
- (5) Konfiguratorpräferenz = 1,88 + 0,52 \* Vielfaltsempfinden
- (6) Konfiguratorpräferenz = 1,25 + 0,80 \* Individualität
- (7) Konfiguratorpräferenz = 1,58 + 0,58 \* Präferenzeinsicht
- (8) Konfiguratorpräferenz = 4,27 - 0,13 \* Ausgabebereitschaft
- (9) Konfiguratorpräferenz = 4,38 - 0,04 \* Communities

#### Ergebnisse der multivariaten Analyse

Für die Stepwise-Regression war es notwendig eine Korrelationsanalyse (Tabelle 4) durchzuführen, um eine potentielle Multikollinearität aufzudecken. Die Korrelationsanalyse hat ergeben, dass die Werte zwar korrelieren, allerdings nur ein Wertepaar den mittleren kritischen Wert von 0,7 übersteigt. Zwischen den Variablen „Produktwissen/Expertise“ und „Involvement“ scheint eine Multikollinearität vorzuliegen, denn zum einen ist der Korrelationswert mit 0,71 sehr hoch, zum anderen wechselt die Variable „Involvement“ bei der Stepwise-Regression das erwartete Vorzeichen von Plus auf Minus (Tabelle 5). Aufgrund der hohen Multikollinearität im Erklärungsmodell wird diese Variable nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse der Stepwise-Regression können der Tabelle 5 entnommen werden.

Somit liefert Modell 3 zwar mit einem R<sup>2</sup>-Wert von 0,49 den höchsten Nettoerklärungsgehalt (Modell 1: 0,36; Modell 2: 0,46), trotzdem wird aufgrund der Multikollinearität von „Involvement“ (Korrelationskoeffizient > 0,7) auf das Modell 2 zurückgegriffen, das einen nur knapp geringeren R<sup>2</sup>-Wert von 0,46 hat. Eine erneute Berechnung des Modells ohne die entfernte Variable

„Involvement“ führte weder zu der Aufnahme einer weiteren Variablen noch zu einer Verbesserung des Gesamtmodells. Zusätzlich kann der Effekt beobachtet werden, dass sich die Signifikanz der Konstante verringert, da sie sich schrittweise an Null annähert und damit nicht mehr signifikant von Null zu unterscheiden ist.

**Tabelle 5: Ergebnisse der Stepwise-Regression**

Modell	Koeffizienten	T-Wert	p	Toleranz
1 (Konstante)	1,37	3,12	0,00	
Kognitiver Aufwand	0,61	6,83	0,00	1,00
2 (Konstante)	0,53	1,16	0,25	
Kognitiver Aufwand	0,47	5,29	0,00	0,85
Expertise	0,33	3,86	0,00	0,85
3 (Konstante)	0,51	1,13	0,26	
Kognitiver Aufwand	0,55	5,86	0,00	0,75
Expertise	0,45	4,54	0,00	0,59
Involvement	-0,20	-2,25	0,00	0,53

Da die Koeffizienten im Modell 2 signifikant sind besteht ein linearer Zusammenhang. Der Ordinatenabschnitt (Konstante) kann dagegen im Erklärungsmodell vernachlässigt werden (und damit auch die Insignifikanz der Konstanten). Es ergibt sich aus der Stepwise-Regression somit folgendes Erklärungsmodell:

$$\begin{aligned} \text{Konfiguratorpräferenz} &= 0,53 \\ &+ 0,47 * \text{Kognitiver Aufwand} \\ &+ 0,33 * \text{Expertise} \end{aligned}$$

## 4. INTERPRETATION UND DISKUSSION

### Interpretation der univariaten Ergebnisse

Fast alle Hypothesen lassen sich mit Hilfe der univariaten Regressionsanalyse belegen. Nur die Koeffizienten für „Ausgabebereitschaft“ und „Communities“ sind nicht signifikant, weshalb die Hypothesen zur Ausgabebereitschaft und Communities verworfen werden müssen. Bei der Variablen „Kognitiver Aufwand“ gibt es eine Insignifikanz bzgl. der Konstanten, was daran liegt, dass die Konstante kaum von Null zu unterscheiden ist. Trotzdem besteht ein linearer Zusammenhang, da der Regressionskoeffizient signifikant ist und weshalb die Hypothese bestätigt werden kann (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Zusammenfassung der Hypothesentests**

Erklärende Variablen für „Konfiguratorpräferenz“	Hypothese A:	Hypothese B:
	Pos. Zusammenhang → Parameterbasiert	Neg. Zusammenhang → Bedürfnisbasiert
1) Expertise	+	+
2) Kognitiver Aufwand	+	+
3) Involvement	+	+
4) Selbstvertrauen	+	+
5) Vielfaltsempfinden	+	+
6) Individualität	+	+
7) Präferenzeinsicht	+	+
8) Ausgabebereitschaft	-	-
9) Communities	-	-

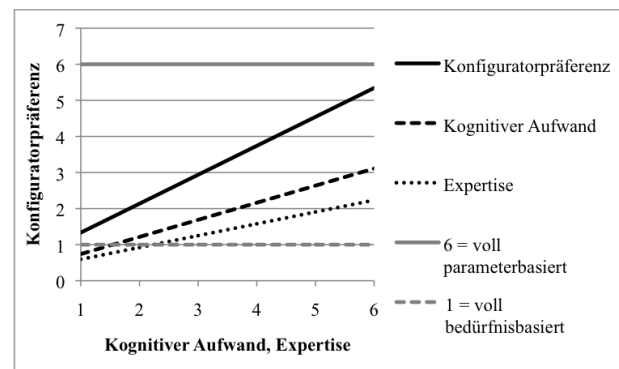
Die Variable „Fähigkeit, Präferenzen ausdrücken zu können“ wurde mit einem ordinalen Regressionsverfahren überprüft, da die Skala nicht metrisch interpretiert werden kann (ordinale, nicht intervallskalierte Ausprägungen des „Bildungsabschluss“). Die Fähigkeit, Präferenzen ausdrücken zu können, wird am Konstrukt des höchsten erreichten Ausbildungsabschlusses gemessen. Nach FRANKE et al. 2009 wird zur Überprüfung der Hypothese lediglich eine dichotomisierte Variable benötigt [10]. Das heißt, es existiert entweder ein Hochschulabschluss oder nicht. In diesem Fall zählt nur das Vorhandensein des Hochschulabschlusses als Indikator für die Fähigkeit seine Präferenzen auszudrücken. Im Vergleich zu Personen ohne Hochschulabschluss korrelieren Hochschulabsolventen nach dem Modell tatsächlich mit hohen Kategorien der Konfiguratorpräferenz (positiver Koeffizient). Dies spräche für eine Parameterorientierung. Allerdings ist dieser Wert mit  $p=0,06$  knapp insignifikant. Bei den Gütekriterien zeigt auch die Vorhersagegüte eine Insignifikanz ( $p=0,051$ ). Des Weiteren sind die  $\chi^2$ -Werte nach Pearson ebenfalls knapp insignifikant sowie auch die Pseudo- $R^2$ -Werte zu gering zur Gewährleistung der Prognosequalität. Damit können die Hypothesen H8a und H8b nicht bestätigt werden.

Der Hypothesentest zur Ausgabebereitschaft wurde ebenfalls mithilfe der ordinalen Regression ergänzt, da die Analyse zeigt, dass der Verlauf über einzelne Kategorien nicht durchgängig linear ist. Die Auswertung weist für das Item „Einhaltung der Budgetgrenze“ ein erkennbares Schema auf, wobei die Koeffizienten bei den unteren Kategorien (Tendenz Budget zu

überschreiten) negativ und bei höheren Kategorien (Tendenz Budget nicht zu überschreiten) positiv ausfallen. Das bedeutet, dass die Tendenz zur Budgetüberschreitung ein Hinweis auf die Bevorzugung von bedürfnisbasierten Konfiguratoren ist. Demnach achten Probanden, die Parameterbasierung bevorzugen, mehr auf ihr Budget, als Personen, die Bedürfnisorientierung bevorzugen. Diese Beobachtungen sind allerdings insignifikant. Somit können die Hypothesen H9a und H9b nicht bestätigt werden und müssen zugunsten der Nullhypothese (es existiert kein Zusammenhang zwischen Ausgabebereitschaft und Konfiguratorpräferenz) verworfen werden.

### Interpretation der multivariaten Ergebnisse

Die Stepwise-Regression hat schrittweise die unabhängigen Variablen mit geringem Erklärungsbeitrag entfernt. Übrig geblieben sind die Variablen „Kognitiver Aufwand“ und „Expertise“ (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Lineare Abhängigkeit der Konfiguratorpräferenz**

Neben der von RANDALL et al (2007) benutzten Variablen „Expertise“ liefert in dieser Studie die Variable „Kognitiver Aufwand“ einen weiteren Erklärungsbeitrag, wobei „kognitiver Aufwand“ sogar noch mehr Varianz erklärt als die „Expertise“. Abbildung 1 zeigt, dass mit steigendem kognitiven Aufwand und steigender Expertise eine parameterbasierte Konfiguration präferiert wird (schwarze, durchgezogene Gerade = Konfiguratorpräferenz = Kognitiver Aufwand + Expertise).

### Limitationen der Untersuchung

**Abhängige Variable.** Für die Variable „Konfiguratorpräferenz“ wurden die Merkmalsausprägungen „parameterbasiert“ und „bedürfnisbasiert“ vorgegeben. Denkbar wären allerdings noch weitere, wie z.B. „gar keine Konfiguration“ oder „community-basierte Konfiguration“. Daher sind noch weitere Untersuchungen notwendig, die sich auf mögliche Produktkonfigurator Typen beziehen.

**Unabhängige Variablen.** Diese wurden aus der einschlägigen Individualisierungs- und Konfigurationsliteratur abgeleitet. Es hat sich gezeigt, dass nicht alle Variablen einen Erklärungsbeitrag für das Gesamtmodell liefern (Stepwise-Regressionsanalyse). Die

Variablen, die mit Hilfe der Stepwise-Regressionsanalyse errechnet wurden, erklären ca. 45 % der Varianz. Liegt der Erklärungsbeitrag zwischen 0,4 und 0,6 wird von einem guten Ergebnis gesprochen. Liegt der Wert darüber ist das Ergebnis sehr gut. Vor allem hat sich aber gezeigt, dass nicht nur "Produktvariablen" wie Expertise wichtig sind, sondern auch "Prozessvariablen", wie der kognitive Aufwand. D.h. in zukünftigen Untersuchungen sollten auch "weiche" Kriterien betrachtet werden, die sich auf den Konfigurationsprozess beziehen, statt nur auf Produkteigenschaften. Erste Untersuchungen sind dazu von Franke & Schreier (2009) unternommen worden, die den Einfluss von "Process Effort" und "Enjoyment" untersuchten. Dabei handelt es sich bis jetzt allerdings um ein Forschungspapier, das im Erscheinen ist [9]. Allerdings wurden hierbei nicht deren Auswirkung auf die Konfiguratorpräferenz untersucht.

Weitere Forschungsarbeiten sollten sich zudem der Operationalisierung der unabhängigen Variablen widmen. Auch wenn feststehen sollte, dass Expertise und kognitiver Aufwand einen Einfluss auf die Konfiguratorpräferenz haben, so müssen diese im Web erst operationalisiert werden, um potentielle Nutzer unterstützen zu können. Denkbar wären Click-Stream-Analysen, um Nutzer mit beispielsweise hohem kognitiven Aufwand anhand von Click-Mustern identifizieren zu können. Ähnliche Click-Muster könnten auch für die Expertise erarbeitet werden.

Außerdem sollten sich weitere Forschungsarbeiten auf die Darstellung bedürfnisbasierter Konfiguratoren konzentrieren. Es hat sich gezeigt, dass nicht alle Nutzer (bei einer Befragung) sich einen bedürfnisbasierten Konfigurator vorstellen können. Denkbar wäre hier ein experimentelles Design, welches es Nutzern ermöglicht, beide Varianten auszuprobieren, um damit auch die Passung der jeweiligen Konfiguratoren zu den verschiedenen Faktoren (Kognitiver Aufwand und Expertise) evaluieren zu können.

## 5. FAZIT

Es konnte gezeigt werden, dass auf die Präferenzwahl bei Produktkonfiguratoren weitere Variablen neben der Expertise Einfluss haben. Der kognitive Aufwand von Nutzern hat einen mindestens ebenso großen Einfluss auf die Vorlieben bzgl. parameterbasiertem oder bedürfnisbasiertem Konfigurieren. Beide Variablen erklären ca. 45% der Varianz des Modells. Das ist bereits ein guter Wert, könnte aber durch hinzuziehen weiterer Faktoren in zukünftigen Untersuchungen noch gesteigert werden. Für die Entwickler von Produktkonfiguratoren bedeutet dies, dass sie bei der Konzeption von Konfiguratoren noch stärker auf Prozessvariablen, wie z.B. Kognitiver Aufwand eingehen sollten. Der Erfolg einer Konfiguration scheint ebenso von der Bedienung eines Konfigurators, als auch von dem Wissen um das Produkt abzuhängen.

## 6. DANKSAGUNG

Wir danken Volkswagen für die Unterstützung dieser Forschungsarbeit.

## 7. LITERATUR

- [1] Bearden, W. O., Netemeyer, R. 1999. *Handbook of Marketing Scales: Multi-Item Measures for Marketing and Consumer Behavior Research*. Zweite Auflage, Sage Publications Inc.
- [2] Blecker, T., Abdelkafi, N., Kreutler, G., Friedrich, G. 2004. *Product Configuration Systems: State of the Art, Conceptualization and Extensions*. University of Klagenfurt MPRA Paper No. 5291. Abruf am 14.06.2010. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.71.8896&rep=rep1&type=pdf>
- [3] Dabic, M. 2006. *Kosten und Nutzen der Individualisierung bei der Produkt- und Markenwahl für den Konsumenten: Eine empirische Studie am Beispiel des Automobilmarktes*. Dissertation. Insitut für Werbewissenschaft und Marktforschung, WU Wien.
- [4] Dellaert, B. G. C., Stremersch, S. 2005. *Marketing Mass-Customized Products: Striking a Balance between Utility and Complexity*. In: Journal of Marketing Research, Vol. 42, S. 219–227.
- [5] Finney, S. J., Distefano, C. 2006. *Non-normal and categorical data in structural equation modelling*. In: Hancock, G. R., Mueller R. O. (Hrsg.). *Structural Equation Modeling: A Second Course*. S. 269-314. Greenwich.
- [6] Fiore, A. M., Seung-Eun L., Kunz, G. 2004. *Individual differences, motivations, and willingness to use a mass customization option for fashion products*. In: European Journal of Marketing, Vol. 38 (7), S. 835-849.
- [7] Franke, N., Schreier, M. 2007. *Product uniqueness as a driver of customer utility in mass customization*. Springer Science. Abruf am 03.04.2010. <http://www.springerlink.com/content/p71850t178217657/>
- [8] Franke, N., Keinz, P., Schreier, M. 2008. *Complementing mass customization toolkits with user communities: How peer input improves customer self-design*. In: Journal of Product Innovation Management, Vol. 25 (6), S. 546-559.
- [9] Franke, N., Schreier, M. 2009. *Why customers value mass-customized products: The importance of process effort and enjoyment*. Arbeitspapier 2009. Im Erscheinen. Abruf am 05.08.2010. <http://bach.wu-wien.ac.at/bachapp/cgi-bin/fides/fides.aspx?search=true;pub=true;tid=44750;lang=EN>
- [10] Franke, N., Keinz, P., Steger, C. J. 2009. *Testing the Value of Customization: When Do Customers Really Prefer Products Tailored to Their Preferences?* In: Journal of Marketing, Vol. 73, S. 103–121.
- [11] Harrell, F. E., Lee, K. L., Mark, D. B. 1996. *Multivariable prognostics models: issues in developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors*. Statistics in Medicine. Vol. 15, S. 361–387.
- [12] Heitmann, M., Herrmann, A., Schaffner, D. 2006. *Individuelles Entscheidungsverhalten – die Wirkung der "attribute alignability"*. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Vol. 3, S. 309–337.

- [13] Heitmann, M. Herrmann, A., Brandenburg, A., Tomczak, T. 2007. *Automobilwahl online – Gestaltung des Car-Konfigurators unter Berücksichtigung des individuellen Entscheidungsverhaltens*. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung. Vol. 59 (3). S. 390-412.
- [14] Huffman, C., Kahn, B. E. 1998. *Variety for sale. Mass customization or mass confusion?* In: Journal of Retailing. Vol. 74. (4). S. 491-513.
- [15] Ihl, C., Müller, M., Piller, F., Reichwald, R. 2006. *Kundenzufriedenheit bei Mass Customization: Eine empirische Untersuchung zur Bedeutung des Co-Design-Prozesses aus Kundensicht*. In: Die Unternehmung. Vol. (59). S. 165-184.
- [16] Jain, K., Srinivasan, N. 1990. *An Empirical Assessment of Multiple Operationalizations of Involvement*. In: Advances in Consumer Research, in Bearden, W., Netemeyer, R., Mobley, M. (Hrsg.), „Handbook of Marketing Scales“ (1993), Sage, Newbury Park.
- [17] Kaplan, A. M., Schoder, D., Haenlein, M. 2007. *Factors Influencing the Adoption of Mass Customization: The Impact of Base Category Consumption Frequency and Need Satisfaction*. In: Journal of Product Innovation Management, Vol. 24 (2), S. 101-116.
- [18] Kramer, T. 2007. *The Effect of Measuring Task Transparency on Preference Construction and Evaluation of Personalized Recommendation*. In: Journal of Marketing. Vol. 44. S. 224-233.
- [19] Kreutler, G., Jannach, D. 2006. *Personalized Needs Acquisition in Web-based Configuration Systems*. In: T. Blecker, G. Friedrich (Eds.): Mass Customization: Challenges and solutions. S. 27-42. Springer.
- [20] Kroeber-Riel, W., Weinberg, P., Gröppel-Klein, A. 2009. *Konsumentenverhalten*. 9. Auflage. Vahlen München.
- [21] Laurent, G., Kapferer, J.-N. 1985. *Measuring Consumer Involvement Profiles*. In: Journal of Marketing Research. Vol. 22, S. 41-53.
- [22] Müller, M. 2007. *Integrationskompetenz von Kunden bei individuellen Leistungen: Konzeptualisierung, Operationalisierung und Erfolgswirkung*. Dissertation. 1. Auflage. Gabler. München.
- [23] Piller, F., Schubert, P., Koch, M., Möslin, K. 2005. *Overcoming Mass Confusion: Collaborative Customer Co-Design in Online Communities*. Journal of Computer-Mediated Communication, Vol. 10, Abruf am 12.07.2010, <http://jcmc.indiana.edu/vol10/issue4/piller.html>
- [24] Randall, T., Terwiesch, C., Ulrich, K. T. 2007. *User Design of Customized Products*. In: Marketing Science. Vol. 26 (2). S. 268–280.
- [25] Reichwald R., Piller, F. 2009. *Interaktive Wertschöpfung – Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung*. 2. Auflagen. Gabler.
- [26] Scheer, C. 2006: *Kundenorientierter Produktkonfigurator: Erweiterung des Produktkonfiguratorkonzeptes zur Vermeidung kundeninitiiertter Prozessabbrüche bei Präferenzlosigkeit und Sonderwünschen in der Produktspezifikation*. In Wirtschaftsinformatik – Theorie und Anwendung, Band 3, Hrsg. Peter Loos. Logos, Berlin.
- [27] Scheer, C., Loos, P. 2005. *Kundenschnittstelle zur Spezifikation kundenorientierter Leistungen im Internetvertrieb – Fachliche Anforderungen und informationstechnische Implikationen*. In: E-Business – Integration industrieller ERP-Architekturen. S. 137-151. Cuvilier-Verlag. Göttingen.
- [28] Schreier, M., Mair am Tinkhof, A., Franke, N. 2006. *Warum "Toolkits for User Innovation and Design" für ihre Nutzer Wert schaffen: eine qualitative Analyse*. Abruf am: 28.05.2010, [www.wu.ac.at/entrep/downloads/publikationen/artikelfinal.pdf](http://www.wu.ac.at/entrep/downloads/publikationen/artikelfinal.pdf)
- [29] Spence, M. T., Brucks, M. 1997. *The moderating effects of problem characteristics on experts' and novices' judgements*. In: Journal of Marketing Research. Vol 34 (2). 233-247.
- [30] Zaichkowsky, J. L. 1985. *Measuring the Involvement Construct*. In: Journal of Consumer Research. Vol. 12. S. 341-352.
- [31] Zipkin, P. 2001. *The Limits of Mass Customization*. MIT Sloan Management Review. Vol. 42 (3). S. 81-87.

# Studententrack

Jan vom Brocke

## Editorial

Dieser Track ermöglicht es Studierenden, sich aktiv in die Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik einzubringen. Zur Einreichung aufgerufen waren Studierende auf Master-Ebene, die entweder eine IT-bezogene Position in der Wirtschaft oder eine Promotion in der Wirtschaftsinformatik anstreben.

Der Track bietet eine Plattform, über die sich Studierende, Wissenschaftler und Praktiker begegnen und im fachlichen Diskurs intensiv kennenlernen. Die eingereichten Beiträge wurden im regulären Begutachtungsverfahren der WI 2011 evaluiert. Die teilnehmenden Studierenden haben ein differenziertes fachliches Feedback von mindestens zwei unabhängigen Gutachtern des Programmkomitees erhalten. Akzeptierte Beiträge werden auf der Tagung präsentiert und im Tagungsband zur Konferenz veröffentlicht. Weitere vielversprechende Arbeiten werden im Rahmen einer Poster-Präsentation vorgestellt und diskutiert.

Eingereicht wurden Arbeiten, die sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit der Gestaltung und Nutzung von Informations- und Kommunikationssystemen in Organisationen befassen. Die Ausrichtung des Tracks bietet dabei ausdrücklich Freiräume zur Berücksichtigung der individuellen thematischen Ausrichtungen der Studierenden.

Präsentiert werden sowohl Work-in-Progress-Paper als auch abgeschlossene Qualifikationsarbeiten, deren Abgabe bei Einreichung nicht länger als zehn Monate zurücklag. Eine Mitwirkung der Betreuer als Co-Autoren wurde begrüßt. Die Studierenden fungieren in diesem Fall als Erstautoren und präsentieren ihre Arbeit auf der Konferenz. Ferner wurden Gruppenarbeiten von mehreren Studierenden berücksichtigt.

Der Studierenden-Track wird dieses Jahr erstmalig veranstaltet.





# Negotiation Support System Functionality in Business Communication Applications – a Case-Based Evaluation

Robert Elsler  
University of Hohenheim  
Chair of Information Systems I (510H)  
D-70593 Stuttgart  
+49 (0)711-459 23894

robert.elsler@wi1.uni-  
hohenheim.de

Malte Horstmann  
University of Hohenheim  
Chair of Information Systems I (510H)  
D-70593 Stuttgart  
+49 (0)711-459 23685

malte.horstmann@wi1.uni-  
hohenheim.de

Michael Körner  
University of Hohenheim  
Chair of Information Systems I (510H)  
D-70593 Stuttgart  
+49 (0)711-459 23894

michael.koerner@wi1.uni-  
hohenheim.de

Mareike Schoop  
University of Hohenheim  
Chair of Information Systems I (510H)  
D-70593 Stuttgart  
+49 (0)711-459 23345  
m.schoop@uni-hohenheim.de

## ABSTRACT

In times of E-Business, more and more transactions are conducted electronically. Especially in the context of electronic business negotiations there is a rising need for support provided by the communication medium. This need led to the development of several Negotiation Support Systems (NSSs) within the recent years. However, diffusion of NSSs into practice is scarce. The Negolook prototype developed in the course of our research follows the concept of such NSSs whilst being integrated into traditional business communication systems. It aims to bridge the gap between the uttered need for negotiation support and its actual use in practice. In this paper we present the prototype itself, a theoretical evaluation and, furthermore, we identify future research activities.

## Keywords

negotiation support systems, technology acceptance, electronic mail, decision support, communication support, document management

## 1. INTRODUCTION

Negotiations are part of most business transactions. Today, they are often conducted electronically [5]. To support such electronic negotiations, Negotiation Support Systems (NSSs) have been developed during the past decade that offer different types of support ranging from simple interaction rules to sophisticated communication, decision, and documentation support. Although these sophisticated systems can support business negotiations within every context, the acceptance of such systems is lower than expected. Our approach aims to bridge the gap between research

and practice.

To this end, we present a novel approach to the construction of NSSs. Whilst the prototypes and systems constructed during research activities of recent years mostly applied a stand-alone system in client-server architectures, our idea is to use a client-client approach by integrating negotiation support into communication systems such as Outlook already used in everyday business interactions, thereby enhancing practical acceptance of NSSs.

The paper is structured as follows. Section 2 presents an overview of the research context, explaining what constitutes an NSS. The research goals and the research approach are discussed in section 3. Section 4 introduces the prototype we developed, i.e. a negotiation support Add-In for Microsoft Outlook, which is then evaluated in section 5. We conclude the paper with a summary and a discussion of contributions and future research activities (section 6).

## 2. RESEARCH CONTEXT

### 2.1 Electronic Negotiations

Negotiations are often described as a process of communication and joint decision making where several parties with (more or less) similar goals engage in an iterative exchange of offers. Ideally, a compromise is reached at the end of this process, i.e. an allocation of the negotiated resources or terms both parties find acceptable.[1]. Negotiating is both a process of claiming and creating value, which frequently occurs in business transactions. However, traditional face-to-face negotiation can also be a slow, complex and cumbersome process since the negotiating parties which are possibly distributed all over the globe have to meet causing costs and loss of time. Therefore, many companies tend to conduct negotiations via an electronic medium [5].

Often, the term “electronic negotiations” is used to describe negotiations where electronic media of any kind are used. Stroebel and Weinhardt [2] argue that to describe negotiations as “electronic”, the medium used has to exert regulating influence of any kind on the negotiation process, e.g. via imposition of a

communication protocol or by offering a decision support. Since this narrower definition of electronic negotiations is more applicable for the concept of electronic negotiation support (which is described in the following) it is further used in this paper. Also note that in the following we will reduce the scope of the term “negotiations” to bilateral negotiations (i.e. negotiations with two participating parties).

## 2.2 Negotiation Support Systems (NSSs)

Along with the increasing number of negotiations which are conducted by electronic means, the need for information systems to support these negotiations is growing steadily [3]. Negotiation Support Systems (NSS) aim to satisfy this need. Several research teams have been working in this field for years, developing and evaluating prototypes of NSS (cf. publications in *Group Decision and Negotiation Journal* since 1992). Various models were developed on what exactly a NSS should consist of. One of these models is the threefold structure presented by Schoop et al. [7], which is also the foundation of the NSS Negoisst and in turn of the Negolook prototype presented in Chapter 3. According to the current understanding on what should constitute a NSS, this structure covers all of the important aspects. The resulting NSS Negoisst offers the most powerful support of electronic negotiations among the NSSs available. Figure 1 illustrates the model in a simple way.

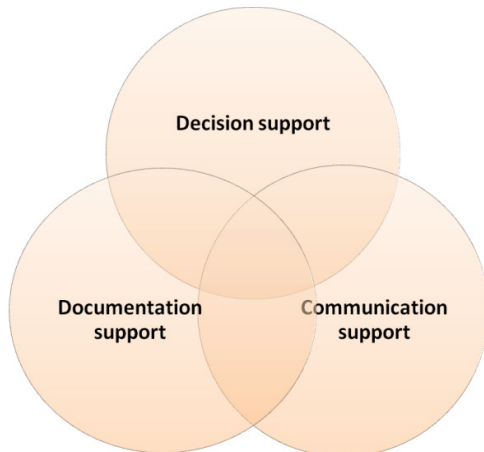


Figure 1: Threefold structure of negotiation support

### 2.2.1 Decision Support

When the paradigm of electronic negotiation support was developed in the mid-eighties, NSSs were basically seen as a kind of decision support systems, and thus mostly consisted of a decision support component for each party. This classical approach can also be found in Negoisst [7] as one part of the offered support. The user is able to specify the agenda the negotiation is about (i.e. the terms that are negotiated) and to explicate his/her preferences. During the negotiation, the component calculates utilities of offers and thus alleviates the user's process of evaluating these. If the decision support system knows both negotiators' preferences it could be used to calculate pareto-efficient allocations which are considered as fair outcomes [8]. Decision support is the most advanced field in NSS research. Challenges in this sector include the measurement, explication and representation of negotiators' preferences.

### 2.2.2 Communication Support

In recent years, different research groups argued for support not only regarding preference structures but also communication itself (e.g. [9] [10] [11]). In negotiating electronically, the parties are have limited expressivity compared to a face-to-face situation. This holds especially true if the negotiation is only conducted by textual means, such as electronic mail (which is often the case, see [5]). Schoop argues that misunderstandings or ambiguity of messages can be reduced via explication of the illocution of a message [12]. The most well-known system that realises this idea is Negoisst [7] employing both semantic and pragmatic enrichment of exchanged messages. Additionally, a negotiation protocol is used, defining when a negotiator is allowed to send messages and thus further structuring the exchange of messages.

Current research in communication support focuses on challenges such as measurement of communication quality or finding of methods how to improve it in the first place.

### 2.2.3 Documentation Support

The last component which is argued for is the documentation support, also often referred to as document management. Its goal is to ensure traceability and comprehensibility of the course of negotiation. A NSS can realise this via the management of a contract during the negotiation. Each time new offers are sent and received the contract is adjusted according to these offers. This way it is possible to trace the development process of the contract during ongoing negotiations, enabling users to step back to older versions if the negotiation is on the verge of failing. DOC.COM is a framework which shows a possible structure of an NSS applying both communication and documentation support. Moreover, it is argued that the contract created during electronic negotiations via a documentation supporting NSS should lead to a binding commitment, ensuring trust between negotiators [10].

A system that realises this framework and furthermore includes sophisticated decision support means among other modules is Negoisst [7] which is developed at the University of Hohenheim and also acted as a role model for the Negolook prototype which will now be discussed in detail.

## 3 MOTIVATION AND GOALS

### 3.1 NSS acceptance in practice

#### 3.1.1 The discrepancy in NSS acceptance

Currently existing negotiation support systems are still rather seldom used by practitioners (as stated e.g. in [4]). Although potential of such systems is given – [14] even found that 75% of the participants in an experiment with the NSS INSPIRE stated that they would actually use the system in real life negotiations – practical diffusion of NSSs is still scarce.

A large survey among German companies asked for (among other things) usage behaviour of communication media for electronic negotiations [5]. It was shown that the majority of the companies using electronic media utilise plain electronic mail for the core negotiation phase. These results are particularly interesting when seen in comparison to those of [15]. The experiment conducted there showed that electronic mail is unable to compete with negotiation support systems concerning interaction quality and interactivity. Also, message exchange was shown to be more cumbersome, negotiators using electronic mail needed more and longer messages to find an agreement. Negotiators even tended to imitate the behaviour of communication-supporting NSSs,

structuring their messages according to negotiation terms or using the subject field in their electronic mail system in a similar way to the message type concept explained in chapter 4.2.3.

In conclusion there is a discrepancy between the positive attitude of users towards negotiation systems and their actual adoption of NSS in a practical context. Instead, electronic mail, a medium which is perceived as error-prone and which could easily lead to misunderstandings is used.

### 3.1.2 Possible approaches to overcome acceptance problems

In general, we identify two main approaches to solve the acceptance problem described in the preceding section, namely increasing functionality and integration.

The former approach is implicitly followed by most of the researchers on NSS. Newer and better ways to support negotiators are included and more sophisticated systems are developed. Examples are recent developments concerning decompositional methods for preference elicitation [21] or technologies for automated mediation/consultation for negotiators as presented in [22]. In the long run, these improvements will lead to systems with an even more significant increase of utility for negotiators that is recognised by practitioners and thus acceptance (resulting in usage) is reached simply through a huge advantage gain for practitioners that utilise NSS.

An alternative approach is integration. [23] is one of the few studies that propose this idea, though in a slightly different context. It is argued that the utilization of stand-alone systems leads to a loss of work context and is avoided because of issues like the duplication of information. Since we are convinced that the integration approach is highly promising, we decided to follow it in the course of our research. By integrating NSS functionality into business information systems that are already used in regular business context, we hope to achieve higher practical acceptance resulting in increased use of negotiation support systems. Therefore, we developed the Negolook prototype, an Add-In for Microsoft Office Outlook 2007. It applies concepts of current research on Negotiation Support Systems to Outlook, thus enabling users to conduct negotiations via Outlook more effectively and efficiently. The prototype itself was already presented briefly in [17], here we will present a theoretical evaluation and formulate possible future research activities on this topic.

## 3.2 Research methodology

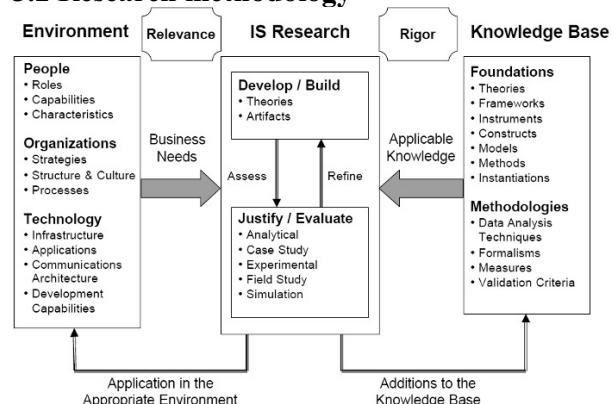


Figure 2: Design Science Approach (Source: [20])

We decided to utilise a Design Science approach as presented in [20]. The main concept of design science is the creation and evaluation of artifacts based on current knowledge ([20] refers to it as the “kernel theories”) and business needs. These artifacts can be used to support the researcher to grasp the scope of the problem(s)he wants to assess.

Figure 2 shows how this leads to a cycle of developing and evaluation, enabling the researcher to adjust the theoretical foundation (i.e. the “Knowledge Base”) or to reassess business needs. As [20] states, design science “...addresses important unsolved problems in unique or innovative ways...” which we believe is the case for our integration approach for NSS. Furthermore, seven guidelines for design science were formulated, for which we will now point out how the development of Negolook applies to them.

### Problem relevance

The problem of scarce acceptance of NSS has been stated multiple times in recent years (e.g. [4], [14]). However, not much progress has been made concerning a solution for it. Definitely, it is a crucial problem for the NSS branch in negotiation sciences, since it addresses the relevance of the concept of NSS itself.

### Research rigour

The concepts and ideas Negolook is drawn from are the result of years of studies by the NSS research communities. In chapter 1.2., we presented the threefold structure, Negolook is based on. This structure has been proven to increase effectiveness and efficiency of electronic negotiations by several empirical studies conducted at the University of Hohenheim. (e.g. [15])

### Design as a search process

As it is often the case for research in information systems [20], the context of the problem we want to assess is a highly complex one. Thus we have to rely on what [20] refers to as “search heuristics”. The construction of Negolook can be viewed as a first step in this process, which is continued by evaluating the prototype as described in chapters 5 and 6, and refinement of the prototype based on the knowledge gained from evaluation.

### Design as an artifact

The artifact produced during the research process is the Negolook prototype which is described in the following chapter. It provides an exemplary NSS integrated into a system that is already used to negotiate.

### Design evaluation

A case-based theoretical evaluation of the prototype is presented in this paper. Additionally a possible experimental design is described in chapter 6, contributing to an empirical evaluation of the integration approach in NSS research.

### Research contributions

With the empirical evaluation of the prototype, we hope to contribute an essential new approach on how an NSS can be constructed. We believe that the evaluation will gain us insights on the influence of a familiar system environment on acceptance not only of NSS but also of systems offering previously unused functionalities in general.

### Research communication

A first presentation of Negolook to the negotiation science community has already been done at the GDN 2010 [17], where

the prototype was presented to an audience with a wide range of backgrounds, both organizational and technology-oriented. However, this paper provides a complete, integrated overview of the prototype, describing its technical and functional properties and thus this paper is targeted at both a technology-oriented and management-oriented audience.

Baskerville and Pries-Heje [28] view the mapping of requirements and components of an artefact as the core of an explanatory design theory. The main requirements for our prototype are those described in section 2.2 (regarding the functionality) and, additionally – as the goal of the prototype is to increase practical acceptance – requirements regarding acceptance criteria. These can be derived from technology acceptance models, e.g. the UTAUT model [6]. Speaking in terms of UTAUT, such criteria are to increase performance expectancy and to increase perceived ease of use, two factors which can be influenced by the character of the system. The components of the prototype that fulfil the functional criteria are described in section 4.2. whilst the fact that the system is integrated into a common business environment aims at fulfilling the acceptance criteria.

#### 4 THE NEGOLOOK PROTOTYPE

The following section describes the technical framework on which the Negolook Add-In is based and the development process is roughly pictured.

#### 5 Technical framework of the Negolook prototype

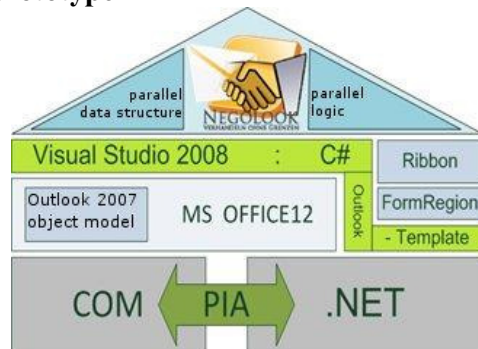


Figure 3: Epitome of technical framework

Our decision to develop the Negolook prototype as an Add-In for Microsoft Office 2007 is basically motivated by two factors. Firstly, as already stated in section 3.1.1, electronic mail is the most common medium for electronic negotiation in a practical context [5] and secondly, Outlook is the most established electronic mail client application in practice [25]. This decision led to the technical fundament which is illustrated in figure 3.

The underlying architecture is based on the .Net Framework 3.5 Service Pack 1 and on the Microsoft Component Object Model (COM).

The structure of Negolook follows a three tier architecture consisting of a presentation layer, a logic layer and an integration layer. The presentation layer contains the classes for the graphical user interface whereas the application logic is located in classes in the logic layer. The integration to Microsoft Outlook 2007 and the data connection are centralised in the integration layer.

As the Negolook Add-In is integrated in Outlook 2007, it is a Client-to-Client Architecture. Therefore the client has to meet

some requirements to enable the usage of the Negolook Add-In. These requirements are Microsoft Office 2007, the .Net Framework 3.5 Service Pack 1 and the Microsoft Primary Interop-Assembly (PIA).

As Microsoft Office is based on COM, all objects are handled as COM objects during runtime. The PIA offers type definitions which allow accessing the COM objects from applications based on the .Net framework.

The Negolook Add-In uses some core classes offered by the Outlook 2007 Object model (OOM) [13] of which the most important are described in the following part.

The object tree of OOM is hierarchically structured. The root object is the Application Class. It offers access to all public elements in the application instance of Outlook. -four central access methods are described as examples.

- CreateItem method: used to create MailItems, TaskItems or AppointmentItems representing Emails, tasks and appointments.
- Explorer attribute: used to access the main window of Outlook
- Inspector attribute: used to access secondary windows in Outlook like the window to create an Email
- Session attribute: used to access the folder structure

The Explorer Class represents the main window of Microsoft Outlook displaying the content of folders including an important attribute – ActiveExplorer – which allows the modification of events like the reception of Emails.

As the Negolook Add-In modifies the Email objects, the MailItem Class is relevant as the integration of the additional attributes that are necessary for the application logic of Negolook are included there. To include these attributes a concept offered by the OOM has been used. The ItemProperty Manager is an implementation that is able to write new ItemProperties to the COM objects. Considering the MailItem following ItemProperties have been added:

Table 1: Additional ItemProperties in MailItem Class

ItemProperty	Eigenschaft
NegotiationID	GUID of a negotiation
MessageID	GUID of a message
CreationDate	Date of creation
NegotiationStatus	State of a negotiation: Open, CloseWithAccept, CloseWithReject
Message Type	Type of the sent/received message
BestCase	Stores the maximum utility that is possible as an outcome from an attached agenda
WorstCase	Stores the minimum utility that is possible as an outcome from an attached agenda
Utility	Stores the current utility value that is possible as the outcome from an fully specified attached agenda

In order to identify the MailItem objects that are relevant for the Negolook Add-In, the concept of MessageClass is used. With a defined MessageClass it is possible to identify the objects without trying to access the ItemProperties. Three different types of MessageClass were introduced. The first MessageClass defines a negotiation (IPM.Note.Negolook.Negotiation), the second MessageClass defines a message (IPM.Note.Negolook.Message) and the last MessageClass is used to identify the welcome message of a negotiation (IPM.Note.Negolook.WelcomeMessage).

## 5.1 Functionalities of Negolook

In the following section, the supporting elements will be described in detail as they are currently implemented in the prototype.

Basically the structure and the layout of the elements are derived from Negoisst [7], an existing Negotiation Support System that has been already widely evaluated in empirical studies (e.g. [15, [16]).

### 5.1.1 Decision Support

In the Negolook prototype all messages are rated with utility values which are displayed to the user at several locations in Outlook e.g. the message creation dialogue or the negotiation overview.

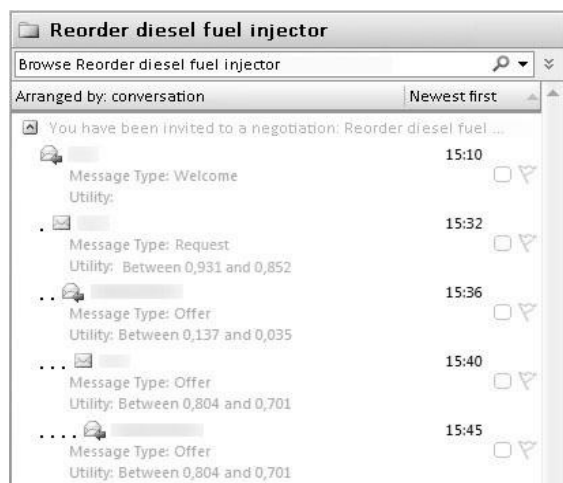


Figure 4: Message tree of an exemplary negotiation

In figure 4, the message tree of a negotiation is displayed. It is ordered as a conversation. The utility values that can be realised with each message are located below the message type. With this prominent location, the negotiator is able to retrace the negotiation process based on his/her preferences. The negotiation agenda is the central point in the decision support module. It stores the attributes which are the centre of the discussion during the negotiation process. The agenda is attached to each message.

Based on the negotiation agenda, a preference model is generated which contains agenda items representing the attributes. At the current development state, the user needs to explicate the preferences. It is possible to weigh the agenda items on a scale from 1 to 100 under the constraint that the sum of all weighted attributes has to result in a value of 100.

The implementation of the preference model editor provides the user with a table view of all agenda items defined in the negotiation agenda. In figure 5, an extract of the preference model

editor view of two agenda items is displayed. The agenda item "Price" is a numerical item where the negotiator spans an interval for acceptable values by defining a worst case and a best case value. The agenda item "Additional parts for installation" is a categorical item which offers the negotiator the choice between several discrete values.

Weighting	Item Name	Choice
35	Price	Best case : 30000 Worst case : 80000
20	Additional parts for installation	Additional equipment include 91 % Additional equipment not incl 16 %

Figure 5: Preference model editor view extract

In order to enable the user to explicate the preferences precisely, the attributes are divided into two classes. First there are the numerical agenda items. They are used to specify a range of numeric values limited by a best case and a worst case, e.g. for an agenda item price this class could be used. The second class consists of the categorical agenda items. They are used to provide the possibility to define a discrete value range for an agenda item, e.g. for an agenda item color the values could be blue, green and red. The user has to define separate weights for each of the values in categorical agenda items.

To calculate the utility value for the messages, the information from the agenda and the preference model are aggregated in a linear-additive utility function [27].

### 5.1.2 Communication Support

The communication support is implemented as pragmatic enrichment for the messages. Based on the language action perspective [12], which has its theoretic fundament on speech act theory of [18] and the theory of communicative action by [19], five message types have been used.

*Request* is the message type that is used to provide the initiator of the negotiation the possibility to ask the partner for an offer that fits to an agenda specified by the initiator similar to a request for quote.

*Offer* is the message type that is used to indicate that the message occurs in a formal conversation and that the sender wants to offer a specific good to the recipient.

*Information* is the message type that is used to indicate that the message is informal conversation. It can be used to clarify questions which need to be clarified for the negotiation to continue.

*Accept* is one of the message types indicating the end of a negotiation. It is used when the negotiators have found an agreement and want to finish the negotiation successfully.

*Reject* is the second message type that is used to terminate the negotiation. Its usage is adequate if the negotiators are unable to find an agreement and the remaining barriers cannot be overcome.

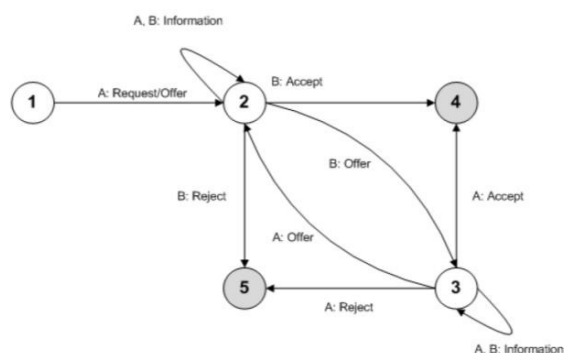
With the usage of the message types, misunderstandings considering the meaning of the message are prevented as the meaning is clearly explicated.

The message types are located in the message tree of the negotiation which is shown in figure 4. Additionally, the message

type is placed in the “write message dialogue” and the “read message dialogue” in order to provide the users with a semantic enrichment every time (s)he accesses the messages contents. Within these dialogues, a dropdown menu is positioned below the subject text field and above the message body. Next to the dropdown menu, the user is given an explanation of the currently chosen message type displayed in figure 6.

**Figure 6: Message header in Negolook write message dialogue**

The second aspect that is used within Negolook considering the communication support is the structuring of the communication process with a protocol pictured in figure 7.



**Figure 7: Negotiation Protocol, adapted from [10]**

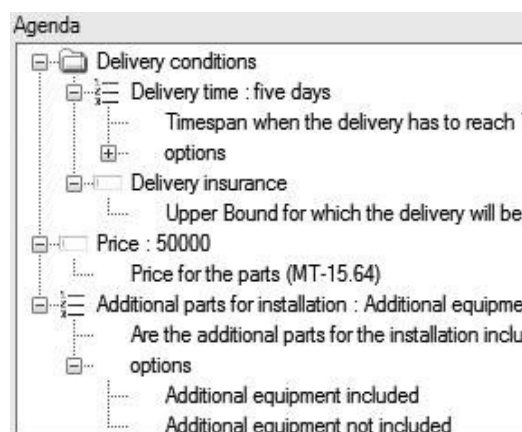
It is a strictly alternating protocol where the negotiators can only write one message a time. This mechanism is useful as it allows the negotiators to identify the message with the latest valid content.

### 5.1.3 Documentation Support

Documentation support offers the users support considering the traceability of the course of messages in the negotiation process. The user has a transparent process where she is able to reproduce the changes that were made to the agenda and to rethink her decision according to the corresponding argumentation verbalised in the body of the message.

Figure 8 shows an extract of an agenda with four agenda items defined, namely “Delivery time”, “Delivery insurance”, “Price” and “Additional parts for installation”. Organising the agenda items in folders such as the “Delivery conditions” folder is a possibility to structure the agenda in a tree structure familiar to many users from file system explorers such as Windows-Explorer.

In this example, the agenda items already specified can be identified by the values behind the titles of the agenda items, e.g. “Price: 50000”. The screenshot is taken from the “write message dialogue” where the user can edit the agenda below the message body. As Outlook 2007 has already clear sorting possibilities for elements in folders, Negolook uses the conversational order of messages to provide an intuitive overview. This overview is also reliable as the course of negotiation is represented in the agenda that is attached to each message, which is changed iteratively during the core negotiation phase.



**Figure 8: Extract of a negotiation agenda**

In contrast to document-based negotiations [9], Negolook does not provide the generation of a final contract after a negotiation has been successfully finished. The agenda that is attached to the messages is in the role of storing the data as it was at the state of the message.

## 6 THEORETICAL EVALUATION

This chapter sets up a theoretical case in which the two different systems are evaluated against each other based on their major difference: integration vs. an independent system. One System is the earlier mentioned web-based system Negoisst, and the other system is the Outlook-Prototype Negolook. We outline several advantages of one system over the other, depending on the scenario. As the Negolook prototype implements just a small range of functionality of the Negoisst system we assume that both systems are functionally equal in the compared parts.

### 6.1 Comparison Criteria

As the main difference between the two approaches is the environment of the system, we use this as a basis for comparison. Hence we concluded arguments for and respectively against trust issues, security reasons and the embeddedness of the negotiation process. Note that this list of criteria is not comprehensive, the selection is narrowed to the three particular relevant ones which illustrate the main differences between a stand-alone and an integrated approach. In the following we will describe the criteria and name the differences concerning the two systems.

#### 6.1.1 Environment

There is one major difference in the approach of Negoisst and Negolook: the settled environment, e.g. the place of the application.

Negoisst is an independent web-based system which can be accessed by nearly every computer via web browser which makes it independent of any running operating system as it is accessible via simple HTTP-requests.

We now differentiate between a familiar and an unfamiliar environment. The familiar environment is the already in-use personal information management application, e.g. the software that one already uses for reading, writing and managing emails. In our case it is Outlook 2007 which provides additional functionality like calendar, notes and the opportunity to interact with other programs. Thus this involves options to work easily together with other people using a groupware system which will



be discussed later in chapter 5.1.3 (and 5.3.3, respectively). The unfamiliar environment is then the web-based system which opens via a web browser a new application the user is normally unfamiliar with.

### 6.1.2 *Security Reasons*

Besides the different environments there is one issue which concerns both approaches: security. As negotiations, bargaining and making contracts is still one of the problematic and highly secured matters in a B2B-context this is a serious issue both for managers and for people of the IT department, concerning the application of new software systems [11, 26].

Besides this fact there is one difference in handling this matter: the integrated client-to-client system uses a single side technical trust system. That means each side is responsible for the security of the whole negotiation. In fact enterprises can still use their inform encryption systems when installing Negolook. Additionally Negolook is not able to continue a negotiation if the dedicated data has been altered outside the program. It assumes that someone wanted to change the negotiation without an answer of the other party.

On the other hand, Negoisst as a web-based system is itself a trusted third party (TTP). This means that a trusted third company provides the facilities to use Negoisst. The TTP is responsible for a consistent and traceable negotiation process. This also includes the implementation of a range of functionalities where both parties cannot repudiate any transaction [11, 26].

### 6.1.3 *Embeddedness of the negotiation process*

There are several more points in which those two systems can be compared. One of them is the ability of using advanced techniques that come along with using a personal information management system. Especially using Outlook opens up several opportunities in combination with groupware systems. But the main advantage evolves from the fact that eMails are used as the basis for negotiation messages: forwarding. This is a huge advantage in bigger enterprises where the purchasing department is not the only one who is responsible for a single contract, respectively the negotiation that leads to the creation of the contract. Sure, even Negoisst could provide this functionality but does not per se, whereas Negolook while having plain email as its basis simply inherits this functionality.

## 6.2 Case Setup

As a basis scenario we set up two firms located in the branch of mechanical engineering. Techtatva GmbH is a well known firm based in southern Germany with around 500 employees producing huge printing units for publishing companies. Within this enterprise, Mrs. Martina Scheng works in the purchasing department as procurement officer.

Nine hours west by car, in the Czech Republic, Mr. Peter Novák is head of the sales department in a small sub-supplier called InkPrint Ltd. InkPrint is producing and selling vendor parts for a various range of printing machines. Mrs. Scheng and Mr. Novák are well known to each other, since several contracts between the firms have been closed successfully in the past. These days Mrs. Scheng requests some new vendor parts for a laser-based printing unit (computer-to-plate). For this machine, Techtatva needs about 50 similar pieces of type MT-15.64 for the dry ink duct and several additional parts to install each duct. As both of them already know each other well and Mrs. Scheng has already used Negolook in one other case before, she suggests to Mr. Novák to

use the Outlook-Plugin this time. Despite being familiar with MS Outlook, Mr. Novák has some slight apprehension on security matters and basic usability. He suggests using Negoisst, a web-based negotiation support system a colleague of him got in touch with in some businesses earlier. But as Mrs. Scheng is restricted by her Legal- and IT-Departement only to use validated and already in-use software, Mr. Novák accepts to give Negolook a try.

After setting up the negotiation agenda (containing the negotiated terms, like delivery time, delivery insurance, price, an option on additional equipment, etc.) Mrs. Scheng just sends Mr. Novák an invitation eMail while the negotiation process gets into run.

## 6.3 Theoretical Evaluation

As the case is introduced now, we evaluate the different approaches now along the major differences: the environment, security issues and the embeddedness of the negotiation process, specifically the possibility to connect the system to other systems in use.

### 6.3.1 *Environment*

Since we distinguish between a familiar and unfamiliar environment, in this case, as both agree using Negolook, we assume a familiar environment. The advantage is obvious as Mr. Novák does not need further instruction in using this electronic support in order to avoid any drawback as Mrs. Scheng already used the system before. Based on the UTAUT model [6] it has already been argued for a higher performance and effort expectancy [17] while integrating an NSS into an already in-use and accepted system.

Hence introducing a new system like Negoisst might cause additional efforts in terms of getting used to it. The threat is to have drawbacks because of an unfamiliar environment in comparison to another person being already familiar with the system and thus gains advantages out of this knowledge.

### 6.3.2 *Security Reasons*

In this chapter, we compare the two systems in matters of a client-to-client approach versus a client-to-server approach where the server acts as a TTP.

Concerning the case, Mrs. Scheng already has some security regulations of her IT department. She is only allowed to use validated software. This means using Negoisst even as it is a web-based approach is not possible. That is why both of them agreed using the already installed system.

It might be easier to validate a web-based approach by the IT department as there is no need to install any new software that could produce additional security leaks. But on the other hand, utilisation of a stand-alone system leads to a loss of control over the system environment, which may not be desired in such a security-sensitive issue as electronic negotiations. Furthermore the enterprises using a third party system are dependent on the uptime and maintenance of this service. Thinking in terms of service level agreements this is technically a valid approach, but negotiating these SLAs might also cause additional effort.

Now the managers need to be convinced that this system is as reliable as the simple mail sending systems used before. This is the advantage of a client-to-client approach where there is no change in the underlying structure. The user does not recognise any effect on his daily business as he just sends and receives eMails as he used to do it before. There is no change on the



security layer and not even a huge change in the working process. If a firm already uses eMail encryption it is able to go on using it as before.

Regarding our negotiation scenario, Mr. Novák might have some interest in not installing new software that he has to maintain by himself as he works for a smaller company. On the other hand, as Techtatva and InkPrint already closed common business before, there already exists a basis for trust on which both can rely on. That in turn is a needed basis for completing negotiation processes successfully [26].

### 6.3.3 Embeddedness of the negotiation process

As described earlier we talked about the inherited functionality of forwarding eMails and the connection to groupware systems. In our case both negotiators got some restrictions by their engineers. This may cause a need for communication during the negotiation between the purchasing respectively sales department and the development department. With the ability to forward negotiation messages concerning engineering details, departments being only indirectly involved in the negotiation process could be directly informed on possible changes or adjustments on the expected outcomes of the negotiation. This would give the engineers the possibility to intervene before the sales department admits tough concessions. This could of course also be true for other departments that are also involved like the legal and financial department.

This would theoretically be applicable to a web-based approach as well, but then again all other departments need to be introduced to the new system. We consider this as a huge advantage of the integrated client-to-client approach because efforts and time to introduce those departments could be saved. Technically there are already similar implementations in this field, like Microsoft's Sharepoint or IBM's Lotus Notes.

## 6.4 Conclusion: Possible areas of application

After evaluating both approaches along the case and the given criteria we conclude that there are two major dimensions in using a web-based versus a client-to-client approach.

Depending on the size of the firm and the duration of relationship we infer the following table. The duration of the relationship is simply divided into long lasting contacts and short term relations. Long lasting contact means that partners already closed successfully some prior common businesses. Short term relations means that the partner barely know each other and hence just started to get in contact. The kind of firm is described in terms of size including criteria as the number of employees, whether or not the company has its own IT department, decision hierarchies etc. The simple differentiation we assume is not exact but sufficient for this comparison.

**Table 2: preferred approach based on size of firm and kind of relation**

Kind of firm Duration of relation	Small firm	Big firm
Long lasting contact	web-based	client-to-client
Short term relations	plain mail	plain mail/client-to-client

The cells contain a suggested preferred approach of the firm mentioned in the column. For example, if a small firm has long lasting contact with another firm, big or small, it is probably more interested in using a web-based system, as it does not want to maintain more software especially in security concerns. It is even not so difficult to change workflows in a small firm as it would be in a bigger enterprise. It is even not that expensive and time consuming to introduce a web-based system to a small group of employees, whereas a client-to-client approach implicates probably higher costs as the software needs to be installed and configured.

Again, the table just displays the suggestion of a *preferred* approach, not the approach that might actually be chosen. This in turn is a matter of discussion and the decisive power of each contract partner. For small firms which just got in contact with each other plain mail respectively face to face negotiations might be a valid approach to create trust for further negotiations with more sophisticated systems.

However, bigger companies may not want to adjust their processes or deal with security issues or put effort into the introduction of a new application. For those companies the integrated client-to-client approach might be promising since it does not involve these efforts and also provides the possibility to be connected to the sophisticated groupware systems and already in-use and well established software.

## 7 FUTURE RESEARCH

### 7.1 Reflection on methodological basis

So far, we have created the artefact based on theoretical foundations of recent research on NSS. Also, a case-oriented theoretical evaluation has been done. Concerning our chosen research methodology we have made the first steps in understanding the problem of NSS acceptance and how our integration approach contributes to solve it. According to the methodology, our next step will be an evaluation of our prototype by empirical means, namely via the conduction of experiments. From the results of these experiments we hope to derive consequences not only to contribute to the knowledge about NSS acceptance itself, but also to refine the artefact we created in the course of our recent research activities.

### 7.2 Further evaluation steps – possible designs

In order to gain reliable and resilient results considering the communication quality and the negotiation results it is necessary to conduct an empirical experiment. In this chapter the setting for the empirical experiment is described along with the variables that are planned to be evaluated.

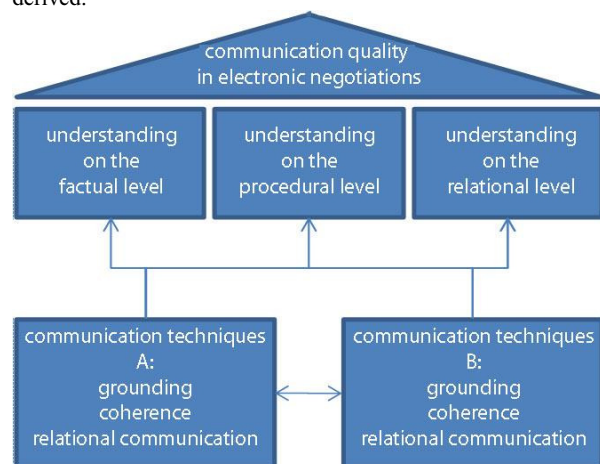
As it is the goal of the current work to show that integration of negotiation support functionality into existing business communication systems conveys the usage in practice, the advantages of the integration have to be proofed. This results in a setting where negotiations should be processed with different systems but the same negotiation case. To be able to show that Negolook enables a better performance than electronic mail, and in further step to compare the performance and usability of existing systems with Negolook, for the experiment design at least three groups have to be set up.

The first group represents the state as the majority of electronic negotiations are conducted recently in practice. The experiment participants will use solely electronic mail for their communication means.

The second group represents the state where a NSS is in usage for the negotiations. In the course of this work it would be ideal to use Negoisst as a representative of an NSS because it implements the threefold structure of NSS. This circumstance allows also better comparison to the third group as the available functionality is very similar.

The third group represents the state of the integrated NSS. The participants of this group will use Outlook with the Negolook Add-In for their communication in the negotiation.

As now the experimental setting is clarified, the next important aspect is what to measure in these experiments. The following section will lay out one up-to-date approach judging the communication quality. The approach proposed in [24] develops a theoretical model for evaluating communication quality in electronic negotiations. From this model a set of variables is derived.



**Figure 7: Theoretic model of communication quality [24], translated**

In figure 5, the model is pictured. Communication quality in electronic negotiation is composed of three layers of agreement, agreement on the factual layer, agreement on the procedural layer and agreement on the relational layer. In order to realise a good negotiation result and high communication quality agreement has to be found on all layers. The layers cannot be seen as strict separate divisions as they are interdependent among each other.

The negotiators have different communicational techniques to gain agreement on the layers. These techniques and their affiliation to the layers will be described in the following section.

Grounding is a process to create common ground between the negotiators. This means a common mental model and common perception. Grounding affiliates to the factual layer.

Coherence is affiliated to the procedural layer. Critical factors for a successful communication are mutual references, the completion of adjacent pairs and a comprehensible message history [24].

Relational communication is affiliated to the relational layer. It is describing the communication that is informal and which aims towards building a stronger relationship between the participants.

With a series of experiments, [24] derived a set of variables that fit to measure the communication quality and the agreement that was reached between the negotiators on the layers. These variables are:

- well-structured argumentation
- elaboration of argumentation
- comprehensibility of argumentation
- Friendliness
- politeness
- adequateness
- professionalism
- interest in messages of negotiation partner

In order to measure these variables a questionnaire has to be composed which the experiment participants will be answering ex post to their negotiation. Until now the integration aspect was not considered at all. It is only possible to compare the systems concerning their ability to facilitate the achievement of good communication quality. This is also an important aspect as the results of the negotiations should not rely on the used media. But as this work also wants to show the difference for the users' subjective opinion on whether and to what extent an integrated system would be used for negotiations compared to a stand-alone system, we also have to include variables into the ex post questionnaire for this aspect. The variables for this problem are taken from the central constructs from UTAUT [6]. It is a compromise between the full amount of items that are used in the root definition of UTAUT and the users' willingness to bother with too many questions. The results of this part of the questionnaire are the most important for this work as it should emphasise whether the Negolook would be useful in practice in comparison to electronic mail or whether the idea of integration does not fit because of security and trust reasons which are invariant to the client-to-client architecture.

### 7.3 Future prospects

In this paper we have sketched the current state of our work and formulated research activities for the nearer future. In the long run it is necessary to show that the approach we follow actually contributes to better acceptance of NSS and thus, application of such systems into practice. Therefore, the prototype needs an evaluation in a practical context. This could be done for example via application of the prototype in a real life scenario or by a qualitative assessment of the prototype from practitioners.

As a result of the evaluation process we hope to draw conclusions on the influencing factors on acceptance of NSS in general and how the integration approach contributes to the creation of practical acceptance. Further steps could also include the extension of the functionalities of the prototype, to further increase effectiveness and efficiency of electronic negotiations. For example the negotiation protocol we utilise could be extended to support multi-party negotiations, or it would be possible to include cryptographic means to cipher negotiation messages and thus providing a further increase in security.

The creation of the Negolook prototype derived from the theoretical foundations marks a first milestone in our research activities. We are aware that this is only the beginning of a longer process leading towards a deeper understanding on the problem sketched in this paper. However, the approach of integrating NSS functionality into business communication systems such as MS Outlook is a highly promising one that definitely needs further research activities.

## 8 REFERENCES

- [1] Bichler, M., Kersten, G. and Strecker, S. 2003. Towards a Structured Design of Electronic Negotiations. *Journal of*

- Group Decision and Negotiation* 12, 4 (Jul. 2003), 311-335. DOI=10.1023/A:1024867820235
- [2] Ströbel, M. and Weinhardt, C. 2003. The Montreal Taxonomy for Electronic Negotiations. *Journal of Group Decision and Negotiation*. 12, 2 (Mar. 2003), 143-164. DOI=10.1023/A:1024867820235
- [3] Lau, R.Y.K. 2007. Towards a web services and intelligent agents-based negotiation system for B2B eCommerce. *Electronic Commerce Research and Applications* 6, 3 (Oct. 2007), 260-173. DOI=10.1016/j.elerap.2006.06.007
- [4] Doong, H.-S. and Lai, H. 2008. Exploring usage continuance of e-negotiation systems: expectation and disconfirmation approach. *Journal of Group Decision and Negotiation*. 17, 2 (Mar. 2008), 111-126. DOI=10.1007/s10726-007-9080-z
- [5] Schoop, M., Köhne, F., Staskiewicz, D., Voeth, M. and Herbst, U. 2008. The antecedents of renegotiations in practice – an exploratory analysis. *Journal of Group Decision and Negotiation*. 17, 2 (Mar. 2008), 127-139. DOI=10.1007/s10726-007-9080-z
- [6] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. and Davis, F. D. 2003. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27, 3 (Sep. 2003), 425-478
- [7] Schoop, M., Jertila, A. and List, T. 2003. Negoisst: a negotiation support system for electronic business-to-business negotiations in e-commerce. *Data & Knowledge Engineering* 47, 3 (Dec. 2003), 371-401. DOI=10.1016/S0169-023X(03)00065-X
- [8] Raiffa, H. (1982). *The art and Science of Negotiation*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
- [9] Weigand, H., de Moor, A., Schoop, M. and Dignum, F. 2003. B2B Negotiation Support: The Need for a Communication Perspective. *Journal of Group Decision and Negotiation*. 12, 1 (Jan. 2003), 3-29. DOI=10.1023/A:1022294708789
- [10] Schoop, M. and Quix, C. 2001. DOC.COM: a framework for effective negotiation support in electronic marketplaces. *Computer Networks* 37, 2 (Oct. 2001), 153-170. DOI=10.1016/S1389-1286(01)00213-4
- [11] Thompson, L. and Nadler, J. 2002. Negotiating via Information Technology: Theory and Application. *Journal of Social Issues*. 58, 1 (Apr. 2002) 109-124.
- [12] Schoop, M. 2001. An Introduction to the Language-Action Perspective. *SIGGROUP Bulletin*. 22, 2 (Aug. 2001), 3-8. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/605676.605677>
- [13] Microsoft Outlook 2007 Object Model Reference. URL=<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb208225%28v=office.12%29.aspx>
- [14] Kersten, G. 1998. Negotiation Support Systems and Negotiating Agents. *InterNeg Research Papers 02/98* URL=<http://interneg.concordia.ca/views/bodyfiles/paper/1998/02.pdf>
- [15] Köhne, F., Schoop, M. and Staskiewicz, D. 2005 Use Patterns in Different Electronic Negotiation Media. *Proceedings of Group Decision and Negotiation*. (Vienna, Austria, 2005).
- [16] Schoop, M. 2002. Electronic markets for architects - The architecture of electronic markets. *Information Systems Frontiers*. 4, 3 (Sep. 2002), 285-302. DOI=10.1023/A:1019902520503
- [17] Elsler, R., Horstmann, M., Körner, M., Reiser, A., Duckek, K. and Schoop, M. 2010. Negolook: Integrating client-side negotiation support into business communication systems. *Proceedings of Group Decision and Negotiation*. (Delft, The Netherlands, 2010), 110-113.
- [18] Searle, J.R. 1969. *Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language*. Volume 1. Cambridge University Press, Cambridge.
- [19] Habermas, J. 1981. *Theorie des kommunikativen Handelns*. Volume 1. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- [20] Hevner, A.R., March, S.T., Park, J. and Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research *MIS Quarterly*. 28, 1 (Mar. 2004), 75-105.
- [21] Reiser, A. and Schoop, M. 2010. The Use of Dynamic Preference Elicitation for Negotiations with Incomplete or Missing Information *Proceedings of Group Decision and Negotiation*. (Delft, The Netherlands, 2010), 106-108.
- [22] Vetschera, R., Filzmoser, M. and Mitterhofer, R. 2010. Analytical Concession-Advisor Technology (ac-at) *Proceedings of Group Decision and Negotiation*. (Delft, The Netherlands, 2010), 289-293.
- [23] Ramesh, B. and Mohan, K. 2001. Integrating Group Decision and Negotiation Support Systems with Work Processes. In *Proceedings of the 34<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences* (Maui HI, The United States of America, 2001).
- [24] Duckek, K. 2010. *Ökonomische Relevanz von Kommunikationsqualität in elektronischen Verhandlungen*. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [25] Finanznachrichten 2009. URL= <http://www.finanznachrichten.de/nachrichten-2009-05/13949074-mailprogramm-umfrage-2009-outlook-trotz-rueckgaengen-weiterhin-marktfuehrer-mit-27-thunderbird-mit-14-auf-platz-zwei-microsoft-google-appl-001.htm>
- [26] Huang, X., Gattiker, T.F., Schwarz, J.L., 2008. Interpersonal trust formation during the supplier selection process: The role of the communication channel. *Journal of Supply Chain Management*. 44, 3 (Jul. 2008), S. 53-75.
- [27] Pollak, R.A. 1971. Additive Utility Functions and Linear Engel Curves. *The Review of Economic Studies*. 38, 4 (Oct. 1971), 401-414.
- [28] Baskerville, R. and Pries-Heje, J. Explanatory Design Theory. 2010. *Business & Information Systems Engineering*. 2, 5 (Sep 2010), 271

# Vergleich von Campus Management Systemen im Bereich Studium und Lehre

Philipp Griesberger  
Universität Regensburg  
Universitätsstraße 31  
93040 Regensburg  
+49 941 943 3113

Andreas Brummer  
Universität Regensburg  
Universitätsstraße 31  
93040 Regensburg  
+49 941 943 3201

Wolfgang Lichtenegger  
Universität Regensburg  
Universitätsstraße 31  
93040 Regensburg  
+49 941 943 3209

philipp.griesberger@wiwi.uni-regensburg.de

andreas.brummer@stud.uni-regensburg.de

wolfgang.lichtenegger@wiwi.uni-regensburg.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Artikel beschreibt den ersten Schritt eines Projekts zur Auswahl und Einführung eines Campus Management Systems (CMS) im Bereich Studium und Lehre. Dafür wird ein Kriterienkatalog zum Vergleich der CMS erarbeitet und angewendet. Der Entwurf des Kriterienkataloges ist an den Studierendenprozess angelehnt, welcher alle Aktivitäten beinhaltet, die von einem Studierenden vor, während und nach seines Studiums ausgeführt werden können. Deswegen sind aus dem Kriterienkatalog die Funktionalitäten abzuleiten, die ein CMS idealerweise enthält. Die Anwendbarkeit zeigt sich durch die Auswertung der durch die Hersteller ausgefüllten Kriterienkataloge. In diesem Artikel werden ausgewählte Kriterien betrachtet und die Angaben der Hersteller für diese Kriterien gegenübergestellt.

## Schlüsselwörter

Campus Management System; Vergleichskriterien; Softwareauswahl

## 1. EINLEITUNG

Im Rahmen des Bologna-Prozesses wird die Vereinheitlichung der Hochschulsysteme von 45 europäischen Staaten bis zum Jahre 2010 angestrebt. Dazu werden mit dem Bachelor- und konsekutiven Masterabschluss einheitliche Studienabschlüsse eingerichtet. Gleichmaßen soll die Einführung eines Leistungspunktesystems stattfinden und eine Modularisierung der Studiengänge erfolgen. [17, S. 13-15] Die mit dem Bologna-Prozess verfolgten Ziele sind eine Modernisierung der Studienangebote sowie die Verbesserung der Qualität der Bildung [7, S. 7]. Die rasche Entwicklung der Informationstechnologie bietet, auch im Bildungssektor, vielfältige neue Möglichkeiten. Deshalb müssen sich Hochschulen verstärkt mit den Chancen innovativer Lern- und Verwaltungssoftware auseinandersetzen. [14, S. 106]

Eine Auswirkung des Bologna-Prozesses ist der gestiegene Verwaltungsaufwand für Hochschulen. Dies zeigt sich z.B. in der höheren Komplexität der Arbeitsabläufe für die Lehrveranstal-

tungsplanung oder Prüfungsverwaltung. [11, S. 65] Steigende Studierendenzahlen verstärken diesen Effekt. Zudem ist zu beobachten, dass ein Bedarf an hochschulweiter Funktionsunterstützung besteht, um bspw. Lernprozesse oder Alumnibeziehungen zu unterstützen [13, S. 243]. Zusätzlich erschwert die vorherrschende Heterogenität der Anwendungssystemlandschaft an den Hochschulen eine effiziente Verwaltung der Daten [12, S. 319].

Abhilfe kann ein CMS schaffen. Es wird den Anforderungen Studierender gerecht, indem es Hochschulen bei der Abwicklung universitärer Prozesse durchgängig unterstützt [3, S. 433]. Die mit der Einführung eines CMS einhergehenden strukturellen und organisatorischen Veränderungen können dabei innerhalb einer Hochschule zu Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen führen [15, S. 212].

Laut Schilbach et al. ist der Einsatz von integrierten CMS an deutschen Hochschulen eher die Ausnahme als die Regel. Dazu führen sie bspw. als Grund an, dass die Strukturen an deutschen Hochschulen dezentral geprägt sind und die Fakultäten bzgl. der Auswahl der von ihnen benötigten Applikationen einen hohen Grad an Autonomie besitzen. [13, S. 251]

Angesichts einer Vielzahl sich auf dem Markt befindlicher CMS, stehen Hochschulen vor der Herausforderung, das System auszuwählen, welches ihren Ansprüchen am meisten gerecht wird. Obgleich das Themengebiet in Wissenschaft und Forschung immer mehr Beachtung findet (siehe z.B. [1]; [10]), fehlen jedoch bislang Arbeiten zum Vergleich von CMS.

Zielsetzung dieser Arbeit ist, als ersten Schritt eines Projekts zur Einführung eines CMS im Bereich Studium und Lehre an der Universität Regensburg einen aktuellen Vergleich verfügbarer CMS durchzuführen. Für den Vergleich wird ein Kriterienkatalog erarbeitet, mit dem Angaben zu den jeweiligen Systemen erfasst und gegenübergestellt werden können. Durch eine Anwendung auf in Deutschland verfügbare CMS ist die Eignung des Kriterienkataloges nachzuweisen. Zudem sind aus den Antworten der CMS-Hersteller Erkenntnisse zur Funktionalität verschiedener Systeme abzuleiten. Die Auswahl eines CMS ist ein langwieriger Prozess mit unterschiedlichen Phasen. Während zu Beginn ein erster Eindruck anhand von Produktbroschüren ausreicht, ist vor der Auswahl eines Systems sicherlich ein Programmtest sinnvoll. Ziel des Vergleichs in der vorliegenden Arbeit ist, eine möglichst objektive Übersicht zu verschiedenen CMS im deutschsprachigen Markt zu geben. Dies stellt einen der ersten von mehreren Schritten eines Projekts für die Auswahl eines CMS dar.

Die Arbeit gliedert sich wie folgt. In Abschnitt 2 werden begriffliche Grundlagen zu CMS und dem Studierendenprozess gegeben. Abschnitt 3 behandelt das Untersuchungsdesign und betrachtet verwandte Arbeiten. Darauf aufbauend erfolgt eine Beschreibung der Anforderungen, die sich für die Untersuchung ergeben. Die Erarbeitung und der Aufbau des Kriterienkataloges wird in Abschnitt 4 behandelt. Daran anschließend erfolgt die praktische Anwendung des Kriterienkataloges in Abschnitt 5. Basierend auf Herstellerangaben werden Ergebnisse für ausgewählte Kriterien dargestellt. Im letzten Abschnitt wird ein Resümee gezogen.

## 2. BEGRIFFLICHE GRUNDLAGEN

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen der Arbeit besprochen. Hierfür werden Campus Management Systeme und der Studierendenprozess betrachtet.

### 2.1 Campus Management System

Der Kernaspekt eines CMS in Literatur und Praxis ist die Abbildung des Studierendenprozesses [vgl. 15, S. 211]. Eine Universität als Dienstleistungsbetrieb verfügt über funktions- und fakultätsübergreifende Abläufe, die durch ein CMS zu unterstützen sind. Im engeren Sinne bieten CMS dabei die erforderlichen Funktionalitäten zur Verwaltung von Studium und Lehre. Daneben können CMS auch zur Unterstützung der Universitätsverwaltung eingesetzt werden. [1, S. 186]; [3, S. 433] Zu den Benutzern eines CMS zählen demnach sämtliche am Hochschulgeschehen beteiligte Personen, wie Studierende, Dozierende (z.B. Professoren), nicht wissenschaftliche Mitarbeiter in der Verwaltung etc. CMS werden als modular aufgebaute Standardsoftware entwickelt und sind über Customizing und Parametrisierung an die individuellen Gegebenheiten an Hochschulen anpassbar. [1, S. 186]

Insbesondere bereichsübergreifende Prozesse können durch den Einsatz eines zentralisierten CMS einheitlich und schneller abgewickelt werden, da die Studierendenstammdaten zentral an einer Stelle verwaltet werden. Im Gegensatz dazu besteht bei dezentraler Datenhaltung die Gefahr von Doppelerfassungen oder Eingabefehlern. [4, S. 184] Zudem ist ein Rückgang von Medienbrüchen und Ineffizienzen, die durch manuelle Bearbeitung wiederkehrender Aufgaben entstehen, möglich [15, S. 212]. Ein weiterer Vorteil zentralisierter Datenhaltung ist die Vermeidung von Redundanzen und die Reduzierung von Schnittstellen, da sämtliche Bereiche (z.B. Zentrale Hochschulverwaltung, Fakultäten, Institute etc.) auf ein System zugreifen und nicht untereinander vernetzt sein müssen [18, S. 1].

Die mit dem Einsatz von CMS verfolgten Ziele ähneln denen von ERP-Systemen. Dazu zählen die IT-technische Prozessunterstützung zur schnelleren und qualitativ hochwertigeren Prozessausführung mit Hilfe universitätsweiter, modular aufgebauter Anwendungssysteme. Zudem werden Datenintegration durch Verwendung einer zentralen Datenbank und Prozessintegration zur Unterstützung funktionsübergreifender Abläufe angestrebt. Eine einheitliche Benutzeroberfläche für unterschiedliche Anwendertypen erleichtert die Bedienung eines CMS. [1, S. 185/186]

### 2.2 Studierendenprozess

Der Studierendenprozess umfasst alle Bereiche eines Studierenden an einer Hochschule. Am Anfang steht das Interesse für einen bestimmten Studiengang. Im Idealfall wird ein Studierender nach dem Studium ins Alumni-Management aufgenommen. Ein aus der Literatur ([1, S. 187]; [10]; [15, S. 213]) abgeleiteter Studierendenprozess ist in folgender Abbildung dargestellt:

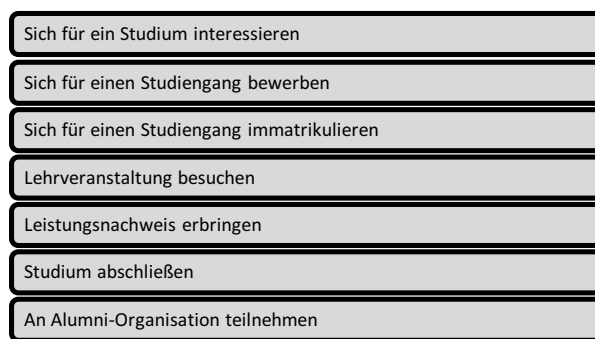


Abbildung 1: Studierendenprozess

Zu Beginn des Studierendenprozess steht das Interesse für einen Studiengang. Darauf folgt die Bewerbung und nach erfolgter Zulassung die Immatrikulation. Im Laufe seines Studiums nimmt der Studierende an Lehrveranstaltungen teil und erbringt Leistungsnachweise (z.B. Prüfungen, Seminare etc.). Sind alle erforderlichen Leistungsnachweise erbracht, führt dies zur Exmatrikulation und damit zum Abschluss des Studiums. Anschließend ist der Studierende auf unbegrenzte Zeit Alumni. Bei den Teilprozessen „Lehrveranstaltung besuchen“ und „Leistungsnachweis erbringen“ sind Rücksprünge bzw. Schleifen möglich. Ferner kann ein Studium auch ohne Erbringung aller notwendigen Leistungsnachweise beendet (abgebrochen) werden. Folglich bildet der in Abbildung 1 dargestellte Studierendenprozess eine gute Grundlage zur Ableitung notwendiger Funktionalitäten für einen Kriterienkatalog zum Vergleich von CMS.

## 3. UNTERSUCHUNGSVORGEHEN UND VERWANDTE ARBEITEN

Dieser Abschnitt befasst sich mit ähnlichen Arbeiten in der Literatur und begründet die Wahl der zu verwendenden Vergleichstechnik. Schließlich werden die Anforderungen an die Untersuchung diskutiert.

### 3.1 Vergleichstechniken

Für diese Arbeit wurden mehrere Vergleichstechniken auf ihre Eignung hin untersucht. Die Ergebnisse ihrer Anwendung müssen der Zielstellung gerecht werden. Sie ist der objektive Überblick zu Funktionalitäten verschiedener CMS am Beginn eines Einführungsprojektes. Der Fokus bei der Auswahl der Technik lag darauf, Angaben der Hersteller von CMS komplett und standardisiert erfassen zu können sowie den Bearbeitungsaufwand seitens der Hersteller zu minimieren. Dadurch wird die Maximierung der Rücklaufquote angestrebt. Unter diesen Voraussetzungen werden als mögliche Vergleichstechniken die Dokumentenanalyse, die Interviewdurchführung, der Kriterienkatalog und der Programmtest näher überprüft [5].

Die Mehrheit der Hersteller bietet im Internet Produktbroschüren für ihre Systeme an, wodurch eine Dokumentenanalyse möglich ist. Allerdings enthalten die Broschüren nur ausgewählte Angaben, womit sich lediglich Teilaspekte des Systems vergleichen lassen. Da im Rahmen dieser Arbeit jedoch ein umfassender Vergleich über sämtliche funktionalen Anforderungen erstellt werden soll, ist die Dokumentenanalyse nicht geeignet.

Bei der Interviewtechnik besteht die Gefahr, dass die Ausführungen der Befragten aufgrund unstrukturierter Antworten einen Vergleich erschweren. Außerdem nimmt diese Technik aus Sicht

der Hersteller viel Zeit in Anspruch. Da die Maximierung der Rücklaufquote jedoch ein Ziel bei der Auswahl der Vergleichstechnik ist, ist auch diese Technik nicht geeignet.

Auch der vollständige Systemtest kann aus Zeit- und Kostengründen nicht in Betracht gezogen werden. Zwar bieten einige Hersteller Demoverversionen an, jedoch sind Tests dieser Programmausschnitte nicht aussagekräftig genug, um sie miteinander zu vergleichen.

Mittels eines Kriterienkataloges lassen sich standardisierte Antwortmöglichkeiten als Checkboxes für eine Selbstausskunft der Hersteller definieren. Dadurch lässt sich der Bearbeitungsaufwand der Hersteller minimieren. Daneben können ergänzende Fragen formuliert werden, um individuelle Anforderungen, die nicht durch Checkboxes abgefragt werden können, zu erfassen. Weiterhin haben durch einen Kriterienkatalog sämtliche Befragte die gleiche Grundlage, wodurch ein einheitlicher Vergleich ermöglicht wird. Deshalb wird für diese Arbeit der Kriterienkatalog als Vergleichstechnik gewählt.

### 3.2 Evaluationskriterien von Software

Für den Entwurf des Kriterienkataloges ist es hilfreich, Arbeiten zu betrachten, die einen Kriterienkatalog zur Auswahl von CMS erstellen. Da eine Literatursuche nach derartigen Arbeiten jedoch keine Ergebnisse liefert, ist auf Kriterienkataloge zur Evaluation von Software im Allgemeinen als Grundlage zurück zu greifen. Im Folgenden werden Literaturquellen beschrieben, die im Rahmen der Recherche zu finden sind und die für den Entwurf des Kriterienkataloges in dieser Arbeit hilfreiche Ansätze liefern.

Einen Überblick von Basiskriterien für die Auswahl von Modellierungswerkzeugen gibt Gadatsch [6], wobei u.a. für die Oberkriterien „Produkt & Preismodell“, „Hersteller & Kundenbasis“ sowie „Technologie & Schnittstellen“ zahlreiche Einzelkriterien aufzeigt werden, die auch bei der Bewertung eines CMS relevant sind. Ähnliche Angaben zu grundlegenden Merkmalen einer Software sowie Informationen zum Softwarehersteller sind einer Marktstudie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation [8] zu entnehmen. Kriterien für einen Vergleich von Standardsoftware liefert bspw. der „Bezugsrahmen zur Evaluierung von UML-Modellierungswerkzeugen“ nach Kirchner/Jung [9]. Bezüglich der Qualität von Standardsoftware können dem „Lehrbuch der Softwaretechnik“ von Balzert [2] hilfreiche Ansätze entnommen werden. Darüber hinaus findet sich ein Kriterienkatalog von Vering zur Bewertung von Warenwirtschaftssystemen [16, S. 269-289], der zum einen allgemeine Kriterien für Software beinhaltet und zum anderen für Warenwirtschaftssysteme spezifisch ist. Aus allen diesen gefundenen Arbeiten lassen sich eher allgemeine Kriterien (wie z. B. Herstellerangaben oder Qualitätsanforderungen) ableiten, die bei der Bewertung eines CMS Verwendung finden können.

Als eine weitere, maßgebliche Gestaltungsvorgabe zur Erstellung des Kriterienkataloges dient ein aus der Literatur abgeleitetes Prozessmodell, aus dem sich Funktionalitäten ableiten lassen, die konkret von einem CMS zu unterstützen sind ([1, S. 187]; [10]; [15, S. 213]). Dieses Prozessmodell bildet den Studierendenprozess sowie unterstützende Prozesse von Fakultäten, Verwaltung und zentralen Einrichtungen ab.

### 3.3 Anforderungen an die Untersuchung

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist es, einen Vergleich von CMS im Bereich Studium und Lehre durchzuführen. Deswegen muss der Kriterienkatalog, durch den die Untersuchung

durchgeführt wird, auf CMS im Bereich Studium und Lehre ausgerichtet sein. Konkret bedeutet dies, dass die Kriterien Funktionen des CMS überprüfen sollen, die sich auf die Bereiche Studium und Lehre beziehen. Besonders hilfreich ist hierbei der Studierendenprozess, da er Aufgaben vorgibt, die durch die Funktionen des CMS unterstützt werden sollen. So sollte ein CMS alle Bereiche eines Studierenden an einer Hochschule abdecken.

Im Weiteren sollte der Kriterienkatalog anhand eindeutiger Kriterien und möglichst vordefinierter Antwortmöglichkeiten Vergleichbarkeit sicherstellen, sodass die Auswertung standardisiert erfolgen kann. Dies unterstützt auch, dass unterschiedliche Personen (die verschiedenen Hersteller) den Fragebogen ausfüllen können. Auf diese Weise soll ein möglichst objektiver Vergleich verschiedener CMS erreicht werden.

## 4. ERARBEITUNG DES KRITERIENKATALOGES

### 4.1 Spezifikation der Kriterien

Anhand der in Abschnitt 2 behandelten Eigenschaften von CMS und den Erkenntnissen, die sich aus ähnlichen Arbeiten bzgl. Kriterien für den Vergleich von Standardsoftware ergeben, entsteht ein Kriterienkatalog zum Vergleich von Campus Management Systemen, der in vier Bereiche eingeteilt ist. Innerhalb der Bereiche sind die Kriterien in mehreren Abschnitten angeordnet, die inhaltlich voneinander abzugrenzen sind. Insgesamt sind es 34 Abschnitte, aus denen sich der Kriterienkatalog zusammensetzt.

Die vier Bereiche des Kriterienkataloges sind:

- (1) Herstellerspezifische Angaben
- (2) Campus Management System: Softwarebezogene und systemtechnische Kriterien
- (3) Campus Management Funktionalitäten: Unterstützung der Studierenden, Fakultäten und Verwaltung
- (4) Preismodell

Zu (1): In diesem Bereich werden herstellersistpezifische Angaben erfasst, z.B. die Kontaktdaten des Unternehmens, die Anzahl der Mitarbeiter oder die Marktposition des Anbieters. Dieser Bereich gibt einleitend eine allgemeine Übersicht über wesentliche Basisdaten des jeweiligen Herstellers.

Zu (2): Der zweite Bereich ist in vier Abschnitte eingeteilt. Im ersten Abschnitt sind allgemeine Merkmale der CMS-Lösung enthalten, z.B. Angaben darüber, wie lange der Hersteller bereits im Bereich CMS tätig ist und wie viele Installationen des jeweiligen Systems in Deutschland sowie weltweit zu verzeichnen sind. Ferner sind Angaben über Vorgängerversionen und, falls in Planung, Angaben über bereits geplante Nachfolgesysteme zu machen und wann diese (voraussichtlich) erscheinen. Der zweite Abschnitt befasst sich mit technischen Angaben, z.B. den unterstützten Betriebssystemen, Datenbanken oder Schnittstellen. Zusätzlich kann hier vom Hersteller eine bevorzugte Ziel-Architektur angegeben werden, d.h. eine Spezifikation der zu bevorzugenden Hardware und des zu verwendenden Betriebssystems sowohl auf Server- als auch auf Clientseite. Danach sind im dritten Abschnitt Merkmale der Systemarchitektur anzugeben, z.B. in Bezug auf die Anpassbarkeit der Software sowohl im Hinblick auf die Sicht der Studierenden sowie die der Administratoren. Für Studierende ist bspw. anzugeben, ob diese individuelle (bzw. personalisierte) Portalseiten konfigurieren können und ob

Anwendungen für Stundenpläne, Termine, Notizen oder Dateiablagen durch das System bereitgestellt werden. Überdies beinhaltet der Abschnitt Angaben zur Sicherheit (bspw. Vorhandensein eines Rollen- sowie Protokollierungskonzeptes) und Benutzerfreundlichkeit der Software. Der letzte Abschnitt handelt schließlich vom verfügbaren Service, der sich aus den Bereichen des angebotenen Supports, der verfügbaren Dokumentation und dem Angebot von Schulungen zusammensetzt.

Zu (3): Der dritte Bereich thematisiert die Funktionalitäten einer CMS-Lösung, d.h. die Unterstützung des Studierendenprozesses. Dabei steht die Funktionalität sowohl für Studierende, als auch Fakultäten, Verwaltungen und zentrale Einrichtungen zur Verfügung. Sie umfasst insgesamt 125 Funktionen, welche durch die nachfolgend in Tabelle 1 dargestellten sieben Abschnitte mit 28 Oberkriterien gegliedert werden. Eine Beispielfunktion ist „Informationen zum Bewerbungsverfahren abrufen“, welche dem Oberkriterium „Für Studiengang bewerben“ zugeordnet ist. Beispiele mit umfangreicherer IT-Unterstützung aus derselben Oberkategorie sind „Bewerbung online durchführen“ und „Status der Bewerbung online abrufen“.

Abschnitt	Oberkriterien
Studieninteressierte	Über Studiengang informieren
	Für Studiengang bewerben
	Immatrikulation beantragen
Studierendenverwaltung	Studierendenstatus verwalten
	Studierendendaten pflegen
	Studienfachwechsel durchführen
	Studiengebühren verwalten
Lehrveranstaltungen	Vorlesungsverzeichnis abfragen
	Kursanmeldung durchführen
	Stundenplan zusammenstellen
	E-Learning Kurs abonnieren
	Lehrveranstaltung evaluieren
	Raumverwaltung unterstützen
	Modulkatalog verwalten
Prüfungsverwaltung	Prüfungsordnung einsehen

Abschnitt	Oberkriterien
	Semester-Prüfungsangebot einsehen
	Prüfung durchführen
	Übersicht zu erbrachten und noch zu erbringenden Leistungen einsehen
	Antrag auf Anerkennung von Prüfungsleistungen stellen
	Widerspruch zu Prüfungsergebnis einlegen
	Zeugnis beantragen
Unterstützung des Studiums	Bibliothek nutzen
	Dienste des Rechenzentrums nutzen
	Auslandssemester durchführen
	Studienkredit abwickeln
	BaföG abwickeln
Übergreifende Funktionalitäten	Unfallmeldung durchführen
	Statistiken abrufen
Alumni-Management	

**Tabelle 1: Übersicht der Funktionalitäten des Studierendenprozesses**

Zu (4): Die Angabe des Preismodells ist für die CMS-Hersteller optional. Dabei ist das Preismodell ausgehend von einer durch die Hersteller zu spezifizierenden typischen Installationsgröße des jeweiligen Systems zu beschreiben, wobei sowohl die einmaligen, als auch die laufenden Kosten separat aufzuführen sind. Für das Preismodell ist zu beachten, dass keine Hard- und Software vorhanden sein soll und diese im erforderlichen Maße ebenfalls angeschafft werden muss. In dieser Arbeit wird das Preismodell aus Gründen der Geheimhaltung nicht weiter berücksichtigt.

Ein Großteil des Kriterienkataloges besteht aus Kriterien mit den vordefinierten Antwortmöglichkeiten „Ja“, „Nein“ und „Teilweise, vgl. Anmerkung“. Zusätzlich ist die Möglichkeit gegeben, zu allen Kriterien in einem eigens dafür vorgesehenen Feld „Anmerkung“ ergänzende Kommentare zu machen. Desweiteren können offen gestellte Fragen in einem Textfeld beantwortet werden.

## 4.2 Überprüfung der Anforderungen

Der Kriterienkatalog erfüllt die in Abschnitt 3.3 aufgestellten Anforderungen. Durch die CMS-spezifischen Kriterien in Abschnitt 2 des Kriterienkataloges (z.B. Oberkriterien wie „Leistung des Anbieters im Bereich CMS“ oder „Anpassbarkeit an Universi-



tätsprozesse“) ist er auf CMS ausgerichtet. Abschnitt 3 des Kriterienkataloges behandelt ausschließlich die Unterstützung des Studierendenprozesses. Die Beurteilung der allgemeinen Leistungsfähigkeit eines CMS ist ebenfalls durch Kriterien in Abschnitt 2 abgedeckt (z.B. Oberkriterien „Sicherheit“, „Benutzerfreundlichkeit“ oder „Festlegung der Dialogsprache“). Die Vergleichbarkeit der Antworten ist trotz Selbstauskunft der Hersteller gegeben, da für die meisten Kriterien die vordefinierten Antwortmöglichkeiten „Ja“, „Nein“ oder „Teilweise, vgl. Anmerkung“ vorhanden sind. Hierdurch kann die Auswertung eines ausgefüllten Kriterienkataloges standardisiert erfolgen. Die restlichen, offen gestellten Fragen können in Textform beantwortet werden. Bei diesen Kriterien handelt es sich um Angaben wie z.B. Jahreszahlen (bspw. „Zeitpunkt der Erstinstallation“) oder Namen (bspw. „Bezeichnung des aktuellen Systems“), die nicht durch vordefinierte Antwortmöglichkeiten zu erfassen sind.

## 5. ANWENDUNG DES KRITERIENKATALOGES

In diesem Abschnitt wird die Anwendbarkeit des erarbeiteten Kriterienkataloges gezeigt. Dafür wird zunächst das Vorgehen sowie eine Übersicht über die CMS-Hersteller, an die der Kriterienkatalog versendet wurde, präsentiert. Anschließend folgt eine Gegenüberstellung der Herstellerangaben für ausgewählte Kriterien.

### 5.1 Vorgehen

Es wäre einerseits möglich, die erforderlichen Angaben aus Produktbroschüren und Dokumentationen der CMS zu entnehmen und diese im Kriterienkatalog einzutragen. Eine andere, für die vorliegende Zielsetzung als geeigneter angenommene Variante ist es, den Kriterienkatalog von den CMS-Herstellern selbst ausfüllen zu lassen. Dadurch entsteht bspw. nicht die Gefahr, dass Missinterpretationen von analysierten Dokumenten zu einer falschen Bewertung eines Kriteriums führt. Da hierfür vordefinierte Antwortmöglichkeiten im Kriterienkatalog festgelegt sind, ist zum einen eine einfache Bearbeitung für die Hersteller gegeben. Zum anderen ist eine standardisierte Auswertung und einheitliche Gegenüberstellung der Herstellerangaben möglich.

Als erster Arbeitsschritt folgte die Durchführung einer Marktanalyse bzgl. der Hersteller von in Deutschland angebotenen CMS. Aus dieser sind acht Hersteller bekannt (siehe Tabelle 2). Dabei werden nur diejenigen Hersteller berücksichtigt, die nicht nur einzelne Module, sondern ein hochschulweit einsetzbares Komplettsystem zur Unterstützung von Studium, Lehre und Verwaltung anbieten.

Name des Herstellers	Name des CMS
CampusCore GmbH	CampusCore 2.0
CAS Software AG	CAS Campus
CREALOGIX Holding AG	CLX.Evento Campus Management
Datenlotsen Informationssysteme GmbH	CampusNet 2.9x
Hochschul-Informationssystem GmbH (HIS)	HISInOne

RR Software GmbH	ANTRAGO academy
SAP AG	SAP Student Lifecycle Management
Technische Universität (TU) Graz	CAMPUSonline

**Tabelle 2: Ausgewählte Hersteller und deren Systeme**

Im Folgenden werden die in Tabelle 2 aufgeführten Hersteller kurz beschrieben:

- Das auf CMS spezialisierte Unternehmen CampusCore ist in Ulm ansässig und wurde 2009 gegründet. Das gleichnamige Produkt baut auf einem ERP-System auf.
- Die CAS Software AG ist als Komplettanbieter in den Bereichen Kunden- und Informationsmanagement tätig und ist spezialisiert für den Vertrieb von CRM-Produkten für den Mittelstand. Das 1986 gegründete Unternehmen hat seinen Firmensitz in Karlsruhe.
- Die in Zürich in der Schweiz niedergelassene CREALOGIX Holding AG ist seit ihrer Gründung 1996 als Softwaredienstleister mit Fokus auf E-Business – und ERP-Gesamtlösungen tätig.
- Die Datenlotsen Informationssysteme GmbH hat ihren Hauptsitz in Hamburg und beschäftigt sich seit 1999 mit der Entwicklung von CMS-Produkten.
- Die 1969 gegründete Hochschul-Informationssysteme GmbH (HIS) wird von Bund und Ländern betrieben und bietet ausschließlich das für den Hochschulbereich entwickelte Produkt HISInOne an. Das Unternehmen hat seinen Firmensitz in Hannover.
- Das Kerngeschäft der 1996 gegründeten und in Hasselfelde ansässigen RR Software GmbH ist die Entwicklung von Software für Bildungseinrichtungen. Das auf Hochschulen spezialisierte Produkt ist ANTRAGO academy.
- SAP ist ein Anbieter von Unternehmenssoftware mit Stammsitz in Walldorf und hat Vertriebs- und Entwicklungsstandorte in 50 Ländern weltweit. Das Unternehmen wurde 1972 gegründet.
- CAMPUSonline wurde an der Technischen Universität (TU) Graz für den dortigen Einsatz entwickelt. Mittlerweile kommt das System an mehreren Hochschulen, vornehmlich in Österreich, zum Einsatz.

Der Kriterienkatalog wurde an diese acht Hersteller versendet. Sieben davon bearbeiteten den Kriterienkatalog und sendeten ihn innerhalb eines Zeitrahmens von fünf Wochen zurück, sodass deren Angaben mit in den Vergleich einfließen konnten.



Kriterien	CampusCore	CREALOGIX	Datenlotsen	HIS	TU Graz
<b>Anbieterkontaktdaten</b>					
Anbietername	CampusCore GmbH	CREALOGIX AG	Datenlotsen Informationssysteme GmbH	HIS GmbH	Technische Universität Graz
Straße	Söflinger Straße 100	Mainzer Landstraße 27-31	Beim Strohause 27	Goseriede 9	Steyrergasse 30
PLZ/Ort	89077 Ulm	60329 Frankfurt am Main	20097 Hamburg	30159 Hannover	8010 Graz
www-Adresse	www.CampusCore.eu	www.crealogix.com	www.datenlotsen.de	www.his.de	k.A.
<b>Basisdaten Anbieter (allgemein)</b>					
Jahr der Unternehmensgründung	2009	1996	1993	1969	1997
Anzahl Mitarbeiter in Deutschland	8	28	97	345	k.A.
Anzahl Mitarbeiter weltweit	8	279	97	345	k.A.
<b>Leistung des Anbieters im Bereich CMS</b>					
Hardware	ja	nein	ja	nein	nein
Software	ja	ja	ja	ja	ja
Customizing	ja	ja	ja	ja	ja
Einführung	ja	ja	ja	ja	ja
Support	ja	ja	ja	ja	ja
Application Service Providing/Software as a Service	ja	ja	ja	ja	nein
<b>Bezeichnung des Anwendungssystems</b>					
Bezeichnung des aktuellen Systems	CampusCore 2.0	CLX.Evento Campus Management	CampusNet 2.9x	HISinOne	CAMPUSonline
Bezeichnung des Vorgängersystems	CampusCore 1.0 (Agresso EMS)	CLX.Evento	k.A.	HIS-GX	k.A.
Nachfolger in Planung?	ja	ja	nein	nein	nein
Wenn ja, für wann geplant?	Zweites Quartal 2012	ab 2010, laufende Umstellung auf CLX.Evento NG	k.A.	k.A.	k.A.
<b>Zeitpunkt der Erstinstallationen der Systeme</b>					
<b>Aktuelles System</b>					
Zeitpunkt der Erstinstallation	k.A.	2002	2001	Januar 2008 (Pilotierung)	1998
<b>Vorgängersystem</b>					
Zeitpunkt der Erstinstallation	2003	1997	k.A.	1994/1995	k.A.
<b>Einsatzbereich der Software</b>					
Universelle Standardsoftware	ja	nein	ja	ja	teilweise
Speziallösung für Bildungseinrichtungen (Schulen, VHS etc.)	nein	ja	k.A.	ja	teilweise
Speziallösung für Universitäten	ja	ja	ja	ja	ja
Speziallösung für (Fach-) Hochschulen	ja	ja	ja	ja	ja

Kriterien	CampusCore	CREALOGIX	Datenlotsen	HIS	TU Graz
<b>Systemarchitektur</b>					
Modularer Aufbau des Systems	ja	ja	ja	ja	ja
<b>Anpassbarkeit</b>					
Das System ist durch fest definierte (ggf. parametrisierbare) Prozesse vorgegeben	nein	teilweise	k.A.	ja	teilweise
Das System kann aus Prozessbausteinen frei konfiguriert werden	ja	ja	ja	teilweise	teilweise
<b>Festlegung der Dialogsprache</b>					
Universitätsweit	ja	nein	nein	ja	ja
Benutzerrollen	ja	nein	nein	nein	k.A.
Benutzerspezifisch	ja	ja	ja	ja	ja
<b>Anpassbarkeit aus Studierendensicht</b>					
Personalisierte Portalseite (für alle einheitlich)	ja	ja	ja	ja	ja
Frei konfigurierbare Portalseite (individuell konfigurierbar)	ja	ja	ja	ja	nein
<b>Berechtigungskonzept auf Ebene von</b>					
Benutzergruppen	ja	ja	ja	ja	ja
Benutzern	ja	ja	ja	teilweise	ja
Organisationseinheiten	ja	ja	ja	ja	ja
Anwendungen	teilweise	ja	k.A.	teilweise	ja
Anwendungsfunktionen	teilweise	ja	ja	ja	ja
<b>Support</b>					
Telefonsupport mit Einzelberechnung	teilweise	ja	k.A.	teilweise	k.A.
Telefonsupport im Wartungsvertrag enthalten	teilweise	nein	ja	teilweise	ja
Vor-Ort-Betreuung	ja	ja	ja	ja	teilweise
Updates zur Behebung von Fehlern kostenlos	teilweise	ja	ja	ja	ja
Updates zur Erweiterung der Funktionalität kostenlos	teilweise	teilweise	ja	ja	teilweise
<b>Dokumentation</b>					
Installationsanleitung	ja	ja	ja	ja	ja
Online-Handbuch	ja	ja	ja	ja	ja
Gedrucktes Handbuch	ja	ja	ja	ja	teilweise
Zweckmäßige Vervielfältigung erlaubt	ja	ja	ja	ja	ja

**Tabelle 3: Überblick von Kriterien der ersten beiden Abschnitte des Kriterienkataloges (Stand: Januar 2010)**

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Vergleichs der CMS (-Hersteller) ist eine Nachbearbeitung der Kriterienkataloge sinnvoll. Dabei sind Angaben zu geplanten Implementierungen zum Zeitpunkt der Bearbeitung (Januar 2010) als nicht verfügbar zu werten, d.h. mit „Nein“ zu kennzeichnen. Gleichermäßen sind ergänzende Anmerkungen der Hersteller bzgl. der Funktionalitäten bei der Auswertung zu berücksichtigen. Eine Kennzeichnung eines Kriteriums im Kriterienkatalog als „Teilweise“, bei dem aber eine hinreichende Anmerkung bzw. eine Begründung in einem ergänzenden Dokument fehlt, führt zu einer Wertung dieses Kriteriums als nicht enthalten, d.h. einer Bewertung dieses Kriteriums mit „Nein“. Gänzlich fehlende Angaben werden ebenfalls als „Nein“ gewertet.

## 5.2 Ergebnisse

Für die Untersuchung in dieser Arbeit sind die Angaben der von den folgenden fünf Herstellern freigegeben: CampusCore, CREALOGIX, Datenlotsen, HIS und TU Graz.

In Tabelle 3 sind Angaben der Hersteller für ausgewählte Kriterien aus den ersten beiden Abschnitten des Kriterienkataloges gegenübergestellt. Danach wird die Abdeckung des Studierendenprozesses durch die einzelnen CMS, im Kriterienkatalog in Abschnitt 3 behandelt, in verdichteter Weise dargestellt (siehe Tabelle 4).

Von den fünf betrachteten Herstellern haben drei ihren Sitz in Deutschland, der in der Schweiz ansässige Hersteller CREALOGIX hat eine Niederlassung in Deutschland. Das CMS CampusOnline ist das CMS der TU Graz (Österreich). Die HIS GmbH besteht seit 1969, drei der Firmen wurden Mitte der 1990er Jahre gegründet (Datenlotsen: 1993, CREALOGIX: 1996, TU Graz (CAMPUSOnline): 1997). CampusCore wurde 2009 gegründet. Hinsichtlich der angebotenen Leistungen eines Herstellers im Bereich CMS bieten sämtliche Hersteller Software, Customizing, Einführung und Support an. Hardware kann von CampusCore und Datenlotsen bereitgestellt werden. Die Möglichkeit des Application Service Providing (Software as a Service (SaaS)) bieten außer der TU Graz ebenfalls alle Anbieter an. Für zwei CMS waren zum Zeitpunkt der Bearbeitung Nachfolger in Planung, nämlich für CampusCore 2.0 (CampusCore) im zweiten Quartal 2012 und für CLX.Evento Campus Management (CREALOGIX) ab 2010. Für die restlichen drei Systeme CampusNet 2.9x (Datenlotsen), HISinOne (HIS) und CAMPUSonline (TU Graz) wurden hierfür keine Angaben gemacht. Hinsichtlich des Zeitpunkts der Erstinstallation ist CAMPUSonline von der TU Graz erstmals 1998 in Betrieb gegangen. Die CMS der Datenlotsen und von CREALOGIX wurden 2001 bzw. 2002 zum ersten Mal installiert. Die Pilotierung des neuen CMS der HIS (HISinOne) begann im Januar 2008. Eine Betrachtung der Einsatzbereiche der CMS zeigt, dass alle Systeme sowohl als Speziallösungen für Universitäten und (Fach-) Hochschulen einsetzbar sind. Zusätzlich sind die CMS von CREALOGIX und HIS als Speziallösungen für Bildungseinrichtungen geeignet. Als universelle Standardsoftware werden von den Herstellern alle CMS bis auf das der TU Graz ausgewiesen. Bezüglich der Systemarchitektur sind sämtliche in die Betrachtung einbezogenen CMS modular aufgebaut. Die Anpassbarkeit des Systems betreffend ist das CMS der HIS durch fest definierte (ggf. parametrisierbare) Prozesse vorgegeben. Die CMS von CampusCore, CREALOGIX und Datenlotsen können aus Prozessbausteinen frei konfiguriert werden. Die Dialogsprache kann für jedes CMS benutzerspezifisch festgelegt werden, eine Verwendung von

Benutzerrollen hierfür bietet CampusCore an. Zudem ist es bei den CMS von CampusCore, HIS und TU Graz möglich, die Dialogsprache universitätsweit festzulegen. In Bezug auf die Anpassbarkeit aus Studierendensicht ist bei allen CMS die Möglichkeit gegeben, für die Studierenden einheitlich personalisierte Portalseiten einzurichten. Die Möglichkeit für individuell konfigurierbare Portalseiten weisen außer der TU Graz ebenfalls alle Hersteller aus. Für den Support bietet CREALOGIX Telefonsupport mit Einzelberechnung an, bei den Datenlotsen und der TU Graz ist der Telefonsupport im Wartungsvertrag enthalten. Eine Vor-Ort-Betreuung stellen außer der TU Graz alle Hersteller bereit. Kostenlose Updates zur Behebung von Fehlern und zur Erweiterung der Funktionalität bieten jeweils die Datenlotsen und die HIS an, bei den anderen Herstellern ist dieser Service teilweise enthalten. Als Dokumentation des CMS sind bei allen Herstellern Installationsanleitungen, Online-Handbücher und gedruckte Handbücher (TU Graz: teilweise) verfügbar, wobei in jedem Fall eine zweckmäßige Vervielfältigung der Dokumentation erlaubt ist.

Wie zu Beginn des Abschnitts bereits erwähnt, wurden manche Angaben der Hersteller im Nachhinein modifiziert bzw. ergänzt, um damit einen Vergleich der Abdeckung des Studierendenprozesses aufstellen zu können. Insgesamt wurden in diesem Bereich 125 Kriterien bzw. Funktionalitäten abgefragt. Durch eine Verdichtung mittels folgender Berechnungsformel ergibt sich ein Prozentwert der geforderten Funktionsabdeckung:

$$\frac{\text{Summe aller Funktionen } ((\text{Ja}=1) + (\text{Teilweise}=0,5) + (\text{Nein}=0))}{\text{Anzahl der Funktionen}} \cdot 100\%$$

Diese Berechnungsformel wird auf jeden der sieben Abschnitte im dritten Bereich des Kriterienkataloges angewendet, wodurch sich die prozentuale Abdeckung des jeweiligen Abschnitts berechnen lässt. In der ersten Spalte der Tabelle sind die sieben Abschnitte aufgeführt und in Klammern die Anzahl der im jeweiligen Abschnitt enthaltenen Kriterien. Dadurch ergeben sich für die einzelnen Hersteller die in nachfolgender Tabelle dargestellten Werte:

Abschnitt	CampusCore	CREALOGIX	Datenlotsen	HIS	TU Graz
<b>Studieninteressierte (16)</b>	0%	100%	75%	100%	88%
<b>Studierendenverwaltung (18)</b>	0%	97%	69%	100%	94%
<b>Lehrveranstaltungen (25)</b>	88%	100%	84%	96%	90%
<b>Prüfungsverwaltung (27)</b>	67%	98%	85%	100%	78%
<b>Unterstützung des Studiums (25)</b>	8%	70%	26%	90%	56%
<b>Übergreifende Funktionalitäten (7)</b>	57%	57%	0%	71%	71%
<b>Alumni-Management (7)</b>	0%	43%	0%	100%	86%
<b>Alle Abschnitte (125)</b>	<b>37%</b>	<b>88%</b>	<b>60%</b>	<b>96%</b>	<b>80%</b>

**Tabelle 4: Abdeckung des Studierendenprozesses durch die CMS (Stand: Januar 2010)**

Wie Tabelle 3 zu entnehmen ist, deckt laut Herstellerangaben das System der HIS mit rund 96% (119,5 von 125) die meisten Funk-

tionen ab. CREALOGIX erfüllt 88% (109,5) und die TU Graz 80% (99,5) des Funktionsumfangs. Weiterhin werden von den Datenlotsen 60% (75) und von CampusCore 37% (46) der Funktionen in ihren Systemen bereitgestellt. Eine Aussage, ob ein System besser als ein anderes ist, kann mittels Tabelle 3 jedoch nicht getroffen werden. Dies hängt in jedem Fall von den konkreten Anforderungen einer Hochschule ab.

## 6. SCHLUSSBETRACHTUNG

Der Einsatz von CMS ermöglicht die durchgängige Unterstützung und somit effizientere Organisation von Verwaltungsprozessen an Hochschulen. Sie stellen eine Hilfe bereit, um den gestiegenen Anforderungen an Hochschulen, die sich z.B. aus den Auflagen durch die Umsetzung des Bologna-Prozesses ergeben, gerecht zu werden.

Das Ziel des Beitrags ist es, einen Vergleich von CMS durchzuführen. Um diesen zu ermöglichen, wird ein Kriterienkatalog erstellt, der neben softwarebezogenen und systemtechnischen Kriterien die Abdeckung von Aktivitäten des Studierendenprozesses untersucht. Dieser Kriterienkatalog wird an ausgewählte Hersteller versendet, die im Rahmen einer Marktsichtung ermittelt werden. Die Durchführung des Vergleichs erfolgt v.a. unter dem Gesichtspunkt, inwieweit die benötigte Funktionalität der Studierenden, Fakultäten und Verwaltung unterstützt werden können. Das Ziel der Arbeit ist es nicht, ein CMS zu bestimmen, das die Anforderungen einer Universität am besten erfüllt. Vielmehr soll der Vergleich eine objektive Übersicht der Herstellerangaben bereitstellen, die als Entscheidungshilfe, z.B. in einem Projekt an der Universität Regensburg, Verwendung finden kann.

Als ein Fazit der Arbeit lässt sich festhalten, dass die knappe Formulierung des Kriterienkataloges ein Erfolg war. Dadurch sollte der Bearbeitungsaufwand der Hersteller gering gehalten werden, um eine hohe Rücklaufquote zu erreichen. Weil sieben von acht adressierten Herstellern antworteten, ergibt sich eine Rücklaufquote von 87,5%.

Kritisch ist zu bemerken, dass die Hersteller die Kriterien teilweise unterschiedlich interpretiert haben. Demnach war eine Nachbearbeitung der Antworten hinsichtlich der tatsächlich unterstützten Funktionalitäten der Systeme erforderlich. Desweiteren wurden für den Vergleich nur Hersteller berücksichtigt, die im deutschsprachigen Raum angesiedelt sind.

Dies führt zu weiterem Forschungsbedarf. Dabei kann die Marktanalyse auf international tätige CMS-Hersteller ausgeweitet werden. Hinsichtlich des Kriterienkataloges, dessen Fokus sich in dieser Arbeit auf die Unterstützung von Studium und Lehre beschränkt, ist bspw. eine Erweiterung um allgemeine Verwaltungsbereiche denkbar, um dadurch CMS hinsichtlich der Unterstützung der Verwaltung oder sonstiger nichtwissenschaftlicher Bereiche an einer Universität zu untersuchen. Zudem ist die Validierung der Herstellerangaben eine sinnvolle, wenn auch aufwendige Forschungsaufgabe.

## 7. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Alt, R., Auth, G.: *Campus-Management-System*, in: Wirtschaftsinformatik, Volume 3, Heft 2010, S. 185-188.
- [2] Balzert, H.: *Lehrbuch der Software-Technik: Basiskonzepte und Requirements Engineering*, 3. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2009.
- [3] Dey, S., K., Sobhan, M., A.: *Conceptual framework for introducing e-governance in university administration*, 2nd International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance, Cairo (Egypt), 2008.
- [4] Eberhardt, T.: *Informationssysteme für Hochschulen: Wettbewerbsvorteile durch interne und externe Rechnungslegung*, DUV, Wiesbaden 2003.
- [5] ETH: *Evalguide - Evaluation: Allgemeines*, in: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Heft 2007, [http://www.evalguide.ethz.ch/eval\\_general](http://www.evalguide.ethz.ch/eval_general) (Zugriff am: 15.10.2010).
- [6] Gadatsch, A.: *Grundkurs Geschäftsprozessmanagement - Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis*, 5., erweiterte und überarbeitete Auflage, Vieweg, Wiesbaden 2008.
- [7] Gaethgens, C.: *Vorwort*, in: Hennecke, B. (Hrsg.): *Bologna in der Praxis: Erfahrungen aus den Hochschulen*, W. Bertelsmann, Bielefeld 2008, S. 7-9.
- [8] IAO, F.: *Business Process Management Tools (2008) (Auszug) - Eine evaluierende Marktstudie zu aktuellen Werkzeugen*, Fraunhofer IRB Verlag, 2008, [http://www.intellior.ag/fileadmin/templates/partnerpdf/Extrakt\\_intellior\\_AENEIS\\_BPMT2008.pdf](http://www.intellior.ag/fileadmin/templates/partnerpdf/Extrakt_intellior_AENEIS_BPMT2008.pdf) (Zugriff am: 28.10.2010).
- [9] Kirchner, L., Jung, J.: *Ein Bezugsrahmen zur Evaluierung von UML-Modellierungswerkzeugen*, in: Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik Koblenz, Nr. 26, Heft 2001.
- [10] Krumbiegel, J.: *SOM-Referenzmodell Universität*, <http://141.13.6.53:8080/forschung/kumi/lehre/studium/studium.htm> (Abruf: 27.10.2010), Bamberg 1996.
- [11] Lorenz, M.: *Strucuture follows Funktion? Praxisbericht zur Strukturanpassung im Bologna-Prozess*, in: HRK, Bologna-Zentrum der (Hrsg.): *Bologna in der Praxis: Erfahrungen aus den Hochschulen*, W. Bertelsmann, Bielefeld 2008, S. 61-77.
- [12] Roth, A., Hoppe, G.: *Technologische und organisatorische Aspekte des Einsatzes von dienstorientierten E-Learning-Infrastrukturen an Hochschulen*, in: Breitner, M., H. et al. (Hrsg.): *Neue Trends im eLearning*, Physica, Heidelberg 2007, S. 319-334.
- [13] Schilbach, H., K., Schönbrunn, K., Strahinger, S.: *Off-the-Shelf Applications in Higher Education: A Survey on Systems Deployed in Germany* in: Abramowicz, W. (Hrsg.): *Business Information Systems*, Springer, Heidelberg 2009, S. 242-253.
- [14] Simon, B.: *Neue Geschäftsmodelle für Bildungsangebote von Hochschulen*, in: ZfB, 76. Jg., Heft EH 2, 2006, S. 105-123.
- [15] Sprenger, J., Klages, M., Breitner, M., H.: *Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems*, in: Wirtschaftsinformatik, Volume 4, Heft 2010, S. 211-224.
- [16] Vering, O.: *Methodische Softwareauswahl im Handel: Ein Referenz-Vorgehensmodell zur Auswahl standardisierter Warenwirtschaftssysteme*, Logos, Berlin 2002.
- [17] Walter, T.: *Der Bologna-Prozess: Ein Wendepunkt europäischer Hochschulpolitik?*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2006.
- [18] Zietz, C., K., Sohns, K., Breitner, M., H.: *Konvergenz von Lern-, Wissens- und Personalmanagementsystemen: Anforderungen an Instrumente für integrierte Systeme*, in: IWI Diskussionsbeiträge #19 (14. Dezember 2006), Heft 2006, S. 1-12.

# Charting the landscape of enterprise architecture management

## An extensive literature analysis

Mariana Mykhashchuk  
Chair for Software  
Engineering for Business  
Information Systems  
Technische Universität  
München  
Boltzmannstr. 3  
85748 Garching, Germany  
mariana.mykhashchuk@  
mytum.de

Sabine Buckl  
Chair for Software  
Engineering for Business  
Information Systems  
Technische Universität  
München  
Boltzmannstr. 3  
85748 Garching, Germany  
sabine.buckl@mytum.de

Thomas Dierl  
Chair for Software  
Engineering for Business  
Information Systems  
Technische Universität  
München  
Boltzmannstr. 3  
85748 Garching, Germany  
dierl@mytum.de

Christian M. Schweda  
Chair for Software  
Engineering for Business  
Information Systems  
Technische Universität  
München  
Boltzmannstr. 3  
85748 Garching, Germany  
christian.m.schweda@  
mytum.de

### ABSTRACT

Today's enterprises are faced with the challenge of an ever-changing environment, which they continuously have to adapt to. A commonly accepted means to support an enterprise in the transformation process and furthermore enhance the alignment between business and IT is enterprise architecture (EA) management, which provides a holistic perspective on the enterprise. In order to support an enterprise in the transformation process, EA management creates architectural descriptions of current, planned, and future states of the enterprise. Reflecting the aforementioned importance of EA management a plurality of approaches for establishing an EA management function in an enterprise have been proposed by researchers, practitioners, and standardization bodies. The approaches vary widely in respect to the proposed methods, models, and languages.

The objective of this article is to analyze the state-of-the-art in EA and EA management respectively. Therefore, an extensive literature survey on publications in the area is performed. Criteria for the analysis are inter alia the distribu-

tion of papers over time, their regional distribution, type of publication, number of references of an article, and the involved authors groups. Thereby the article seeks to give an overview on the current research occupation in the field of EA management.

### Keywords

Enterprise architecture, enterprise architecture management, survey, literature review

### 1. INTRODUCTION

In recent years the topic enterprise architecture (EA) management has gained considerable importance as well as acceptance in practice and academia [21]. As prominent means to enable and support enterprise transformation in response to ongoing change, triggered among others by globalized markets, specialized customer demands, shorter time to markets, and emerging legal regulations, EA management enables the managed evolution of the enterprise by providing means to describe current, planned, and future states of the EA. Despite the plurality of available publications on the subject, still no common understanding of what EA management really is has yet developed, as the term is often used by authors without a proper definition or explanation [21, f]. Caused by the missing terminological clearness, different *language communities* (in terms of Kamlah and Lorenzen in [b]) have formed among the research groups. This circumstance can be easily demonstrated by the ongoing discussion on the constituents that make up an EA. While *The Open Group Architecture Framework (TOGAF)* proposes a struc-

turing consisting of a *business*, *data*, *application*, and *technology architecture* (cf. [e]), Zachman proposes a framework consisting of five *layers* and six *perspectives* (cf. Zachman in [h]), and Matthes et al. present a structure consisting of *layers* and *crosscutting functions* in [189].

Some reviews targeting the state-of-the-art in EA management literature have been conducted in the last years (cf. Aier et al. in [21], Schönherr in [f], and Schelp and Winter in [248]). While each of them focuses on a dedicated area-of-interest, e.g. Schönherr in [f] focuses on definitions for EA or EA management, whereas Schelp and Winter in [248] emphasize on the research methods of the academic groups, the concluding call for developing a common understanding, i.e. forming the basis for a common language community, remains the same.

At the same time, the multitude of approaches published in the area of EA management and the different terminologies of the EA research groups raise the entrance barriers for young scholars in the field. In particular as the core literature in the area is not known, i.e. the fundamental sources on the subject of EA management providing an introduction are not identified. The latter is backed by the absence of a high-ranking journal dedicated to the field of EA management. Extending the work of Langenberg and Wegman in [167], this paper provides a first step to a consolidation of the area. Building on a review synthesis of over 300 articles on the topic, it analyzes the maturity of the discipline, identifies major EA research groups, and core publications in the area. Analysis criteria regarding the discipline are the number of publications over time, the type of publication, and the regional origin.

In line with the idea of “analyzing the past to prepare for the future” [g], Section 2 details on the method used to conduct the analysis as well as discusses limitations of the utilized approach. Subsequent Section 3 presents the results of the analysis and sketches the findings. Final Section 4 concludes with a summary and critical reflection of the presented analysis and discusses potential future areas of research in particular in respect to fostering a common understanding and supporting integration of existing approaches.

## 2. ANALYSIS METHOD

In line with the guidelines of Webster and Watson in [g, page xv], we make explicit the scope and limits of the literature included in the synthesis by discussing the way the literature was identified. In the area of EA management the identification of literature is complicated by the vast amount of literature published in this area (first indications towards the growing interest have been presented by Langenberg and Wegman in [167]) resulting from the increasing importance of the topic of EA management in recent years. As EA management topic is very copious, only a limited set of publications was included in the analysis process. The literature analysis has been executed in four process steps shown in Figure 1. The restricted scope of the *search for sources* is further discussed subsequently.

As discussed by Langenberg and Wegman in [167], EA management is a new discipline, for which different terms, e.g. strategic alignment (cf. Henderson and Venkatraman in [a]),



Figure 1: Process steps

information systems architecture (cf. Zachman in [i]), or business IT alignment (cf. Luftman in [d]) have been used in the past, before the term *enterprise architecture* was coined. The identification of relevant literature accordingly can be regarded as complex task, as a simple search in existing databases, e.g. the web of science<sup>1</sup>, the ACM digital library<sup>2</sup>, or IEEE Explore<sup>3</sup> using a dedicated search string will strongly limit the scope of the synthesis. In addition research results concerning the topic of EA management are until now typically published as books in case of practitioners’ experiences or presented on workshops (cf. Trends in Enterprise Architecture Management Research (TEAR) or the Enterprise Architecture Challenges and Responses (WEACR) international workshop) as already discussed above and are therefore not included in scientific databases, which typically focus on journal publications. Due to this fact, we identified literature relevant for our synthesis by identifying sources, i.e. publications with titles including the keywords *enterprise architecture*, *enterprise architecture management*, abbreviations thereof (*EA*, *EAM*), and their translations to German (*Unternehmensarchitektur*, *Unternehmensarchitekturmanagement* and *Management der Unternehmensarchitektur*) via a search in *Google Scholar*<sup>4</sup>. The search was compiled at May, 2<sup>nd</sup> 2010 and the results of the first twenty pages have been added to the initial set of sources after a check for duplicates.

After the set of publications has been identified, each of the sources was indexed with additional information in the second process step. Thereby, we distinguished between the sources’ *primary* and *secondary information*. Information that could be immediately retrieved from the source, such as

- name of author(s),
- title,
- publication type, journal paper, workshop paper, technical report, etc. and
- the year of the publication,

was stored as *primary information*.

The *secondary* information includes all information that could not immediately be retrieved from the sources and required further investigation. The *secondary information* includes

- number of citations of the source<sup>5</sup>,

<sup>1</sup>www.webofscience.com

<sup>2</sup>http://portal.acm.org

<sup>3</sup>http://ieeexplore.ieee.org

<sup>4</sup>http://scholar.google.com

<sup>5</sup>The number of citations was identified utilizing the “quoted by” information from *Google Scholar*.

- the academic research group, and
- the regional origin of the publication.

During the third step, the analysis of the included sources was performed. Thereby, the stored *primary* and *secondary* information was used to analyze the publications in respect to the following analysis criteria

**distribution over time** This criteria was analyzed to identify the level of maturity of the topic EA management.

**type of publication** The level of publication in workshop, conference, journal or book.

**EA research groups** The name of the research group issuing the publication.

**geographical distribution** The location, where the publication and the researchers originate.

**number of citations** The total number of citations linking to the publication.

Due to the limited number of research groups targeting the area of EA management, a frequent exchange of researchers among this groups happens. To reflect this circumstance in our analysis, articles that have been written by a number of co-authors employed at different institutions were attributed to all corresponding groups. Based on the number of publications per group, the productivity of each group, i.e. the entire number of publications issued by the authors of the group, was ascertained. For each group geographical attribution and background information (e.g. academics, public sector, industry etc.) were made explicit as well in order to answer the above issued questions.

### 3. RESULTS

In this section the results of the literature analysis of the 299 papers identified are presented and discussed. Trying to answer the question, if the interest in EA (management) is a local or global phenomena, the geographical distribution of the authors of our article set is investigated in Section 3.1. Further, the actuality of the EA management topic is discussed in Section 3.2, which details how the publication activity evolves over time. The identified maturity stage of EA management is backed by a type analysis of the identified publications in Section 3.3. While publications targeting a new and young discipline are typically presented on workshops or in conference proceedings more mature disciplines poses dedicated journal in which more mature research results can be presented. To enable young researchers the entering of the field, the major research groups targeting the area of EA management are identified in Section 3.4.

#### 3.1 Geographical distribution

As the first criterion for the literature analysis the geographical distribution of the sources was chosen, which also reflects the distribution of research groups in this field.

As seen in Figure 2 the most productive countries are Germany, Switzerland, and the United States of America. It

**Table 1: Geographical distribution of publications**

Country	Contribution	#
Germany	[1, 2, 5, 4, 7, 9, 11, 10, 18, 19, 29, 31, 25, 28, 27, 24, 26, 22, 23, 30, 47, 41, 64, 67, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 73, 75, 76, 77, 78, 87, 94, 95, 97, 121, 125, 134, 155, 176, 178, 186, 188, 189, 191, 194, 195, 98, 226, 225, 224, 233, 249, 252, 250, 251, 260, 269, 288, 291]	66
Switzerland	[6, 32, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 16, 18, 19, 21, 20, 29, 31, 46, 45, 58, 59, 60, 63, 290, 84, 83, 85, 99, 100, 101, 158, 159, 167, 175, 174, 173, 213, 221, 222, 223, 230, 231, 244, 245, 246, 248, 247, 266, 281, 282, 284, 285, 283, 286, 289, 290, 293, 292, 291]	59
USA	[38, 39, 36, 37, 40, 44, 49, 50, 51, 52, 56, 57, 62, 79, 82, 273, 199, 86, 93, 96, 102, 113, 114, 118, 120, 122, 123, 124, 127, 133, 137, 138, 151, 187, 190, 192, 193, 200, 214, 219, 227, 228, 229, 256, 262, 272, 287, 296, 297, 298, 299]	51
Sweden	[9, 14, 77, 88, 89, 90, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 119, 134, 129, 130, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 157, 152, 160, 161, 162, 163, 184, 197, 198, 194, 211, 212, 218, 258, 259, 261, 270, 271, 283]	41
the Netherlands	[35, 104, 135, 138, 139, 140, 147, 148, 149, 166, 165, 170, 171, 168, 169, 276, 241, 235, 234, 239, 236, 240, 238, 242, 243, 237, 263, 264, 275, 279]	30
Finland	[131, 126, 136, 177, 180, 179, 181, 182, 183, 215, 216, 254, 255, 274]	14
Australia	[39, 48, 53, 54, 55, 103, 115, 157, 156, 196, 268]	11
Greece	[117, 203, 204, 206, 207, 208, 205, 209, 267]	9
UK	[3, 91, 92, 111, 140, 164, 257, 264]	8
Denmark	[81, 86, 128, 139, 172]	5
Portugal	[201, 202, 210, 217]	4
Singapore	[56, 86, 164, 232]	4
Canada	[61, 86, 294]	3
India	[42, 43]	2
Japan	[153, 154]	2
Austria	[41]	1
Belgium	[116]	1
Brazil	[210]	1
Bulgaria	[277]	1
China	[280]	1
France	[169]	1
Lichtenstein	[278]	1
Luxembourg	[275]	1

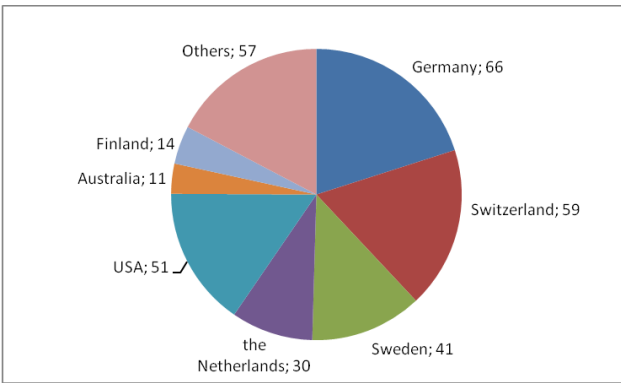


Figure 2: Publications' geographical distribution

is remarkable that more than a half of all articles considered in this analysis set have a background in one of these three countries. Further, it is interesting that more than two thirds of the publications have a European background. The most productive non-European country are the United States of America. Overall twenty five countries are represented by the considered publication set, namely: Germany, Switzerland, Austria, Lichtenstein, Luxembourg, Belgium, Denmark, France, Spain, Portugal, UK, Sweden, the Netherlands, Finland, Greece, Bulgaria, USA, Canada, Brazil, New Zealand, Australia, Singapore, China, Japan, and India. This means that the interest in EA management topic is not a local phenomenon, but a global one.

### 3.2 Distribution over time

Investigating the actuality and maturity of the topic EA management and the respective research area, a criterion of interest in our analysis is the publications' distribution over time. Following the basic idea as incorporated in the *Gartner Hype Cycle* [c], which consists of the phases *technology trigger*, *peak of inflated expectations*, *through of disillusionment*, *slope of enlightenment*, or *plateau of productivity* as shown below in Figure 3, the aim of this analysis is to determine the phase of the hype cycle in which the topic EA management is currently positioned. Based on the identified phase, a maturity level of the EA management topic can be deduced.

Based on the identified publication set, a growth of publications targeting the area of EA management can be stated, although some minor regressions can be stated, e.g. for the years 2005 and 2006 as well as in 2008 and 2009 (see Figure 4). Starting with the year 2003 a significant larger number of publications concerned with EA or EA management respectively has been issued. The first half of the year 2010, which was not included in the analysis set indicates again indicates a growing number of publications.

If we compare the dynamics of EA management publications per year number growth (Figure 5) with the hype cycle (Figure 3), no stagnation in growth can be identified. Although the detailed analysis of publications per year (Figure 4) illustrates waves of interest. A mapping to the hype cycle can thus not be performed directly. A hint that the topic is still on the first phase of positive hype can be found as



Figure 3: The general hype cycle of Gartner (Source: [c])

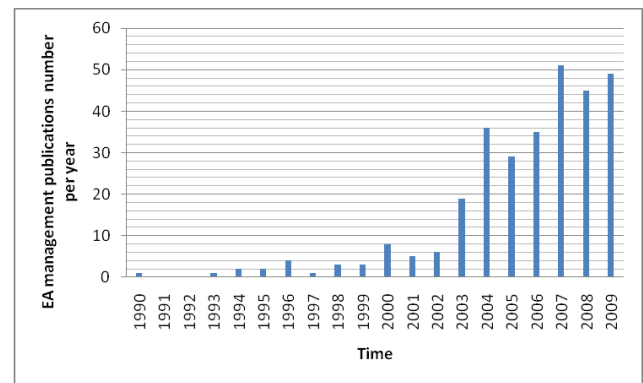


Figure 4: Number of EA (management) publications issued over time

still a large number of publications targeting the area are still published every year and the topic is currently widely discussed by media articles, which are trying to reveal its potential impact on business [c]. However, the light dropings in the number of new publications might also be a hint of starting disillusionment.

Another aspect which was taken into account during this analysis stage was the combined analysis of EA management publications' *distribution over time* and their *geographical attribution*. During this analysis phase was ascertained, that most of early publications do have American background. On the contrary, later publications mainly come from European countries. That means that initial interest to EA management topic arose in the United States of America and was further successfully picked up by European countries since the year 2003.

### 3.3 Type of publication

As the above analysis of the publication activity, did not deliver unambiguous results in respect to the maturity stage of EA management, we use the criterion of the publication type. A young research discipline is typically reflected by a vast amount of research results published in workshop and



Year	Contribution	#
1990	[219]	1
1991		0
1992		0
1993	[262]	1
1994	[87, 227]	2
1995	[111, 214]	2
1996	[187, 233, 296, 297]	4
1997	[299]	1
1998	[44, 265, 295]	3
1999	[36, 37, 273]	3
2000	[47, 48, 57, 80, 199, 172, 205, 213]	8
2001	[38, 82, 190, 217, 267]	5
2002	[62, 124, 127, 132, 251, 287]	6
2003	[30, 39, 53, 54, 83, 118, 122, 149, 178, 185, 192, 196, 200, 234, 268, 281, 284, 288, 298]	19
2004	[4, 10, 22, 23, 34, 40, 50, 51, 61, 88, 123, 133, 135, 137, 142, 147, 153, 156, 167, 171, 276, 191, 193, 201, 206, 207, 208, 224, 241, 235, 236, 249, 250, 260, 264, 269]	36
2005	[11, 25, 28, 27, 24, 26, 33, 42, 45, 52, 59, 85, 102, 138, 151, 170, 174, 173, 188, 195, 202, 210, 238, 237, 259, 263, 279, 282, 289]	29
2006	[1, 5, 43, 46, 49, 63, 79, 84, 95, 112, 113, 116, 117, 125, 128, 140, 144, 146, 148, 175, 176, 184, 203, 204, 215, 220, 228, 229, 239, 240, 253, 275, 272, 292, 294]	35
2007	[2, 32, 29, 31, 35, 56, 58, 60, 290, 69, 70, 71, 81, 91, 92, 93, 100, 101, 103, 104, 114, 120, 126, 139, 141, 143, 145, 155, 160, 161, 164, 169, 177, 179, 182, 198, 211, 216, 98, 230, 245, 246, 256, 257, 258, 266, 285, 286, 290, 293, 291]	51
2008	[6, 8, 15, 18, 21, 20, 55, 41, 278, 67, 65, 66, 86, 94, 97, 99, 109, 131, 134, 136, 157, 154, 165, 180, 181, 183, 186, 189, 194, 209, 212, 218, 221, 223, 226, 225, 232, 242, 247, 252, 254, 261, 271, 277, 283]	45
2009	[3, 7, 9, 12, 13, 14, 17, 16, 19, 64, 68, 72, 74, 73, 75, 76, 77, 78, 89, 90, 96, 105, 106, 107, 108, 110, 115, 119, 121, 129, 130, 150, 152, 158, 159, 162, 163, 166, 168, 197, 222, 231, 243, 244, 248, 255, 270, 274, 280]	49

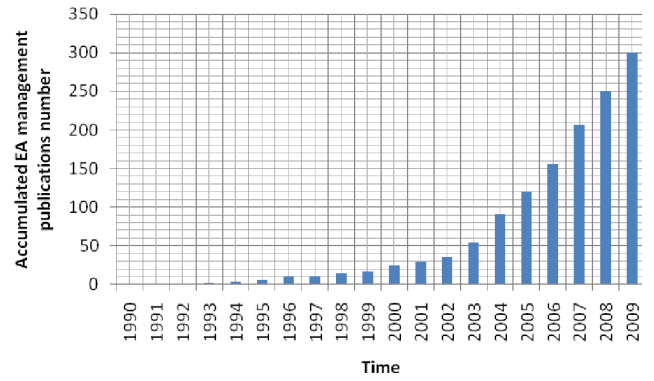


Figure 5: EA management publications' number growth

conference proceedings. More mature research areas publish results in established IS journals or dedicated journals evolve in which results can be presented. Therefore, we analyzed the identified publication set according to their publication type, thereby, we distinguish between *conference proceedings*, *journal articles*, *electronic articles*, *books*, *book chapters*, *reports* and *theses*.

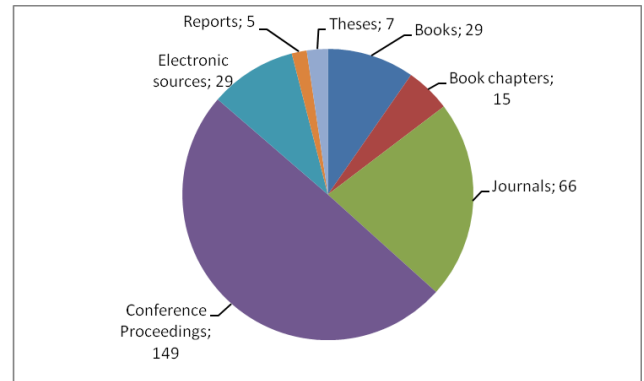


Figure 6: Distribution over types articles

Figure 6 presents results of the analysis. As two biggest groups of publications appeared in the form of conference proceedings or journal article and these two forms are mostly used for academia publications, the assumption can be made, that the majority of the whole researched articles have an academic background and that academia indeed has been very intensively involved in the process of EA management development. This aspect will be further investigated during the authors groups' analysis.

The results of publications types' analysis were further investigated in combination with the results of distribution over time analysis. It was ascertained that the early EA management publications were issued mainly in a form of book, electronic article or journal, which could be an evidence of the practical background of the early period. On the contrary, the majority of later publications appeared in a form of conference proceedings, which reveals their academic background.

**Table 3: Distribution over types of articles**

Type of article	Contribution	#
Conference proceedings	[1, 2, 3, 5, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 31, 27, 24, 26, 22, 33, 39, 44, 48, 50, 51, 59, 60, 63, 64, 67, 70, 71, 72, 74, 73, 75, 77, 79, 78, 83, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 115, 114, 117, 119, 131, 131, 125, 126, 128, 134, 129, 130, 136, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 146, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 159, 161, 163, 168, 175, 174, 173, 276, 177, 178, 180, 179, 181, 183, 197, 198, 194, 201, 202, 204, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 218, 227, 98, 221, 226, 225, 224, 230, 231, 244, 246, 248, 247, 252, 250, 254, 255, 259, 261, 264, 266, 267, 268, 275, 270, 271, 274, 277, 280, 281, 282, 284, 283, 286, 288, 292, 294]	149
Journal articles	[6, 17, 21, 20, 29, 23, 34, 35, 38, 36, 37, 46, 49, 53, 56, 57, 278, 290, 65, 69, 76, 81, 86, 91, 97, 101, 112, 113, 116, 120, 132, 133, 135, 137, 145, 147, 148, 160, 162, 171, 176, 184, 186, 191, 192, 193, 196, 205, 216, 219, 220, 222, 223, 228, 245, 253, 257, 260, 265, 269, 272, 285, 290, 293, 291, 299]	66
Books	[32, 28, 30, 47, 52, 54, 55, 80, 121, 141, 155, 164, 165, 170, 185, 188, 189, 190, 195, 200, 213, 229, 232, 241, 242, 237, 262, 279, 295]	29
Electronic sources	[40, 42, 43, 41, 61, 62, 82, 273, 199, 118, 122, 123, 124, 127, 169, 172, 187, 235, 234, 239, 236, 240, 238, 243, 256, 287, 296, 297, 298]	29
Book chapters	[11, 10, 16, 25, 84, 85, 87, 166, 217, 233, 249, 251, 258, 263, 289]	15
Theses	[45, 58, 88, 99, 157, 158, 203]	7
Reports	[66, 68, 104, 167, 182]	5

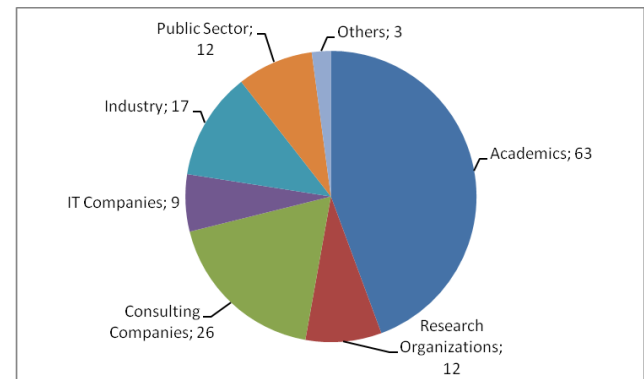
### 3.4 EA research groups

Facilitating young scholars in entering the research field of EA management, this section identifies major research groups on the area. Thereby, institutions, which have been active in the research field of EA (management) are identified to provide researchers with guidance ‘where to search for new and innovative ideas in the area of EA management’. The research groups are thus identified by the institutions at which the authors of the article have been employed at the time of the publication. For the initial set of articles 142 authors’ groups have been identified. For each of these groups three research perspectives have been studied: *background*, *regional distribution*, and *productivity*.

Throughout the groups’ background analysis a distinction between groups with

- *academic* background e.g. universities, institutes, high schools
- *research* background e.g. research organizations and scientific companies,
- *consultancy* background incl. IT-consulting,
- *public sector* i.e. state-owned institutions, and
- *enterprises* from different industry sectors

was made. The results of groups’ background analysis are shown in Figure 7.

**Figure 7: Groups’ background analysis**

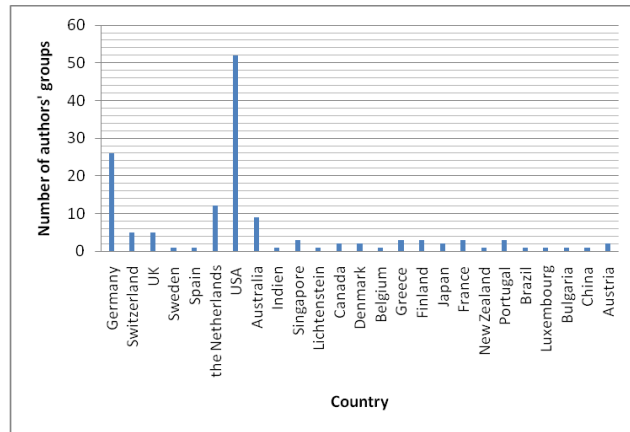
According to the figure the largest group of authors has an academic background, and almost eighty percent thereof are universities. These results confirm that academics shape the research field of EA management and drive the development of the subject. The second largest group is represented by consulting companies, of which more than a half have an IT specialization. The strong inclusion of consultancies reflects the industry need for EA management solutions. The third largest group is represented by enterprises from different industry sectors, among which the telecommunications, insurance, logistics, airline, healthcare, and energetic industries form a large group, reflecting the interest of practitioners.

Further the results of groups’ regional distribution are shown (see Figure 8). As seen in the figure the majority of groups

**Table 4: Top 10 cited sources**

Name of the institution	Country	# of publications
University of St. Gallen	Switzerland	44
KTH Royal Institute of Technology	Sweden	41
Technical University of Berlin	Germany	23
Technische Universität München	Germany	18
University of Jyväskylä	Finland	14

have American background. The second most saturated with authors' groups region is represented by Germany and the third one by the Netherlands.



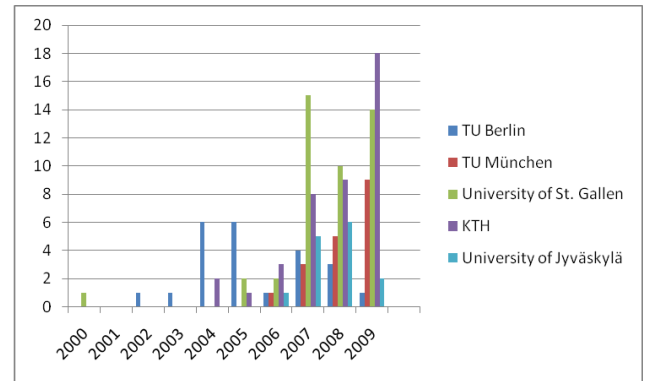
**Figure 8: Groups' regional distribution**

It's important to mention that the number of authors' groups referring to a geographical region does not represent the productivity of the region absolutely. If we compare the results of *geographical distribution analysis* with results of *groups' regional distribution analysis*, this circumstance becomes obvious. For example, Sweden with its forty one publications was considered during the geographical distribution analysis as very productive country. However, during the groups' regional distribution analysis it was represented solely by one group. This group nevertheless has a high productivity, explaining the aforementioned fact.

Further investigating the productivity of EA groups and their involvement in the EA management topic, it becomes obvious that the vast majority of groups have no more than a couple of publications in the area of EA management. Leading to a set of only ten groups that have assigned more than eight articles from our initial publication set. The five most productive groups of our data set have been analyzed more in depth. Interestingly, these five research groups, namely the *University of St. Gallen*, *KTH Royal Institute of Technology*, the *Technical University of Berlin*, *Technische Universität München* and *University of Jyväskylä* are located in Europe and have an academic background.

Then each of these groups has been researched from the

perspective of the publication history. The results of this analysis are represented in Figure 9.



**Figure 9: Publication history for the most active authors' groups**

As seen in the figure the publishing behavior of groups under consideration in the field of EA management varies considerably. The majority of groups are active in the field since the years 2005-2006 and they are remaining very productive till now. Among them are the *University of St. Gallen*, *KTH* and *TU München*. These three universities do have very similar behaviors, especially the *University of St. Gallen* and *KTH*. Since 2006 both universities took the leadership in publishing on the topic and are remaining the leaders till now. While the *TU München* is currently increasing the investment in the area of EA management and the amount of publications targeting the area, other groups, e.g. the *University of Jyväskylä* greatly varies in the investments and publications in the area.

As an example of an early active publishing, the *TU Berlin* can be taken, which started its activity in the field of EA management relatively early. *TU Berlin* was active on the topic already in the year 2002, on the contrary to most of the other groups which have not been active at all in this time. In the years 2004 and 2005 *TU Berlin* was an absolute leader in publishing EA management-related articles. However, since 2006 it has been losing its leadership in the area, which might be ascribed to an exchange of people from Berlin to St. Gallen.

### 3.5 Number of citations

One of the most interesting criteria was the publications' citations number. This stage of analysis aims at identifying the most cited articles. Thus, the core literature in the field of EA management, which could be reckoned as a good entry point for the topic. For this evaluation *Google Scholar*<sup>6</sup> with its embedded function showing citation numbers for given articles, was used. Alternatively it could be done by researching the references part of each article from the set. However, this way was avoided deliberately, as the citations comparison within the set of 300 sources, defined from the beginning, would constantly lead outside this set. By means of *Google Scholar* we could count on its considerable

<sup>6</sup><http://scholar.google.com>

**Table 5: Top 10 cited sources**

Sources index	Citations Number	Year	Country	Type
[170]	225	2005	the Netherlands	Book
[262]	187	2008	USA	Book
[241]	158	1996	the Netherlands	Book
[229]	157	2006	USA	Book
[299]	117	1997	USA	Journal
[190]	79	2001	USA; New Zealand	Book
[147]	72	2004	the Netherlands	Journal
[281]	72	2003	Switzerland	Conference
[292]	67	2006	Switzerland	Conference
[54]	67	2003	Australia	Book

database and thus on more representative results omitting an error prone manual search.

According to this method a citation number has been identified for each article. The most cited ten publications are represented in Table 5. To combine this analysis stage with the previous three analysis stages the information about the year of publication, geographical background of author, and the type of the publication have been depicted in the table as well.

According to Table 5 some regular occurrence is observed in geographical aspect as well as in aspect of publication type. It is interesting that the majority of the most referenced articles appeared as a book, which could be caused by books' better availability and distribution as well as by content generalization peculiar to them while articles and conference papers are often dedicated to specific problems. Furthermore, the authors of the most cited articles again come from three countries, namely: the Netherlands, the United States of America, and Switzerland.

#### 4. SUMMARY AND CRITICAL REFLECTION

The analyses in this article showed the plurality of literature in the field on EA management. In addition to the core groups, a large number of researchers and practitioners contributing to the body of knowledge could be identified. The analysis with respect to the temporal distribution of the publication activity, we could diagnose in line with previous literature analyses a still rising activity and interest in the field of EA management. The analysis of the types of publications nevertheless showed that EA management as research topic is yet to arrive in the core of IS research, as the proliferation in high-ranking journals is yet rather low. The analysis with respect to the geographic distribution of the EA management-related publication reveals an interest-

ing development. From being a mainly USA-based topic in its early days, recently European scientists and practitioners have taken over the thought-leadership in this field.

Any analysis of this kind finds itself limited with respect to the coverage of the existing publications. Especially, the described problems in finding the publications in the relevant libraries and search engines, make it hard to assure that all relevant publications have been discovered. Young scholars in this field will in turn experience similar difficulties when starting their EA management-related research endeavors. With the enduring importance of the field, this calls for the establishment of a community of researchers that maintain and develop the understanding of the field. A first attempt in this direction has already been undertaken by the participating members and academic institutions of <http://www.ea-network.org>.

#### 5. REFERENCES

- [a] J. C. Henderson and N. Venkatraman. Strategic alignment: leveraging information technology for transforming organizations. *IBM Systems Journal* 31(1), p.472–484, 1993.
- [b] W. Kamlah and P. Lorenzen. *Logische Propädeutik: Vorschule des vernünftigen Redens*. 3<sup>rd</sup> edition, Metzler, Stuttgart, Germany, 1996
- [c] A. Linden and J. Fenn. Understanding gartner's hype cycles. <http://www.botanischergarten.ch/Discourse/Linden-HypeCycle-2003.pdf> (retrieved on 12.04.2010), 2003.
- [d] J. N. Luftman. *Competing in the Information Age – Align in the Sand*. 2<sup>nd</sup> edition, Oxford University Press, New York, USA, 2003.
- [e] The Open Group. *TOGAF “Enterprise Edition” Version 9* <http://www.togaf.org> (cited 2010-10-30), 2010
- [f] M. Schönherr. Towards a common terminology in the discipline of enterprise architecture. In S. Aier, P. Johnson, and J. Schelp, editors, *Pre-Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Workshop on Trends in Enterprise Architecture Research*, pages 107–123, Sydney, Australia, 2008.
- [g] J. Webster and R. T. Watson. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, 26(2), p. xiii–xxiii, 2002.
- [h] Zachman Institute for Framework Advancement *The Zachman Enterprise Framework* <http://www.zachmaninternational.com/index.php/the-zachman-framework> (cited 2010-02-25) 2010
- [i] J. A. Zachman. A framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal* 26(3), p.276–292, 1987.

# Zuweisermanagement für Leistungserbringer im Gesundheitswesen

Carlo Napoli  
carlo.napoli@gmx.ch

## ZUSAMMENFASSUNG

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist die Überlegung, ob sich das Konzept des Customer Relationship Managements (CRM) auf die Schnittstelle zwischen Zuweiser und Leistungserbringer im Gesundheitswesen übertragen lässt, wobei die Leistungserbringer auf die Spitäler, Reha-Kliniken und Pflegeheime eingegrenzt werden. Das Ergebnis ist die Konzeption und Vertiefung einer Prozesslandkarte für das Zuweisermanagement, die für weitere Arbeiten auf informationstechnischer Ebene nützlich sein kann.

## Schlüsselwörter

Customer Relationship Management

Prozesslandkarte

Transferpotential

Zuweisermanagementkonzept

## 1. EINFÜHRUNG

### 1.1 Ausgangslage

Der Schweizer Gesundheitsmarkt befindet sich im Wandel, wie es in Deutschland schon seit längerem der Fall ist. Dies drückt sich in einer sich verschärfenden Konkurrenz, so wie auch in einem politisch zunehmend gewollten Leistungswettbewerb aus [25]. Zuweisermanagement für Leistungserbringer im Gesundheitswesen soll die Steuerung des Fallmixes sowie die Steigerung der Patientenströme ermöglichen, da z.B. die meisten Patienten eines Spitals (über 60%) vom Haus- oder Facharzt zugewiesen werden. Der Zuweiser ist mehrheitlich der Entscheidungsträger bei der Wahl des Leistungserbringers. Die Beziehung zum Zuweiser rückt angesichts des bevorstehenden Wandels im Gesundheitswesen in Richtung Ökonomisierung immer mehr in den Vordergrund.

Teilbereiche des Kundenbeziehungsmanagements, wie z.B. das Einweiser- bzw. Zuweisermarketing, werden in der Literatur zwar behandelt, aber bisher findet sich kaum ein Ansatz, der die Übertragung eines Kundenbeziehungsmanagementkonzepts auf Strategie- und Prozessebene des Zuweisermanagements umfassend untersucht und ausgestaltet. Diese Arbeit will diese Lücke füllen und greift dabei im Wesentlichen auf die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Disziplin des Customer Relationship Managements zurück und untersucht deren Übertragbarkeit auf die Zuweiser von

Leistungserbringer im Gesundheitswesen. Durch die Sekundärforschung von Befragungen von niedergelassenen Ärzten hinsichtlich ihrer Zuweiserzufriedenheit bzw. ihrer Auswahlkriterien sowie bereits existierenden Konzepten, wie das Zuweisermarketing, soll geklärt werden, welche Aufgaben bzw. Teilprozesse für die jeweiligen CRM-Bereiche und Leistungserbringer in Frage kommen. Das Ergebnis wird eine Prozesslandkarte für ein Zuweisermanagementkonzept sein, die auf der Managementebene (Strategie und Prozesse) ansetzt und für weitere Arbeiten auf der Systemebene die Grundlagen liefert. Folgende Forschungsfrage ergibt sich aus der eben beschriebenen Problemstellung:

**Wie kann ein Kundenbeziehungsmanagement-Konzept wie z.B. das Customer Relationship Management auf die Kundenbeziehung zwischen Leistungserbringer im Gesundheitswesen und ihren Zuweiser übertragen werden?**

### 1.2 Ziel der Arbeit

Ziel dieses Beitrages ist somit die Entwicklung eines angepassten Kundenbeziehungsmanagement-Konzepts für das Zuweisermanagement von Leistungserbringern im Gesundheitswesen. Dabei wird vor allem die Prozessseite betrachtet, da die prozessorientierte Betrachtung von Geschäftsabläufen für Software- und ERP-Hersteller an Bedeutung gewinnt, um ihre Architekturen und Plattformen danach auszurichten [22]. Konkret werden folgende Ziele verfolgt:

- Untersuchung des Transferpotentials zwischen vorhandenem Kundenbeziehungsmanagement-Konzept (CRM) und dem Zuweisermanagement von Leistungserbringern im Gesundheitswesen
- Entwicklung einer Prozesslandkarte für das Zuweisermanagement-Konzept

## 2. BEGRIFFLICHE GRUNDLAGEN

### 2.1 Leistungserbringer im Gesundheitswesen

In Abhängigkeit der Definition des Produktes bzw. der Leistung kann der „Leistungserbringer“ mehr oder weniger stark eingegrenzt werden. Als Produkt der Leistungserbringer im Gesundheitswesen wird eine Gesundheitsdienstleistung zur Erhaltung oder Wiederherstellung von Gesundheit bzw. zur Linderung von Symptomen bei nicht heilbaren Krankheiten verstanden, die der Anwesenheit des Kunden bzw. Patienten bedarf (uno-actu-Prinzip). Mit dieser Definition werden sowohl die Versicherungen in ihrem angestammten Bereich als Leistungsfinanzierer als auch die LifeScience-Branche, d.h. die Pharmabranche und die medizinischen Gerätehersteller, ausgeklammert. [16]

Zur weiteren Eingrenzung wird die Statistik über die Kosten des Gesundheitswesens nach Leistungserbringer des Jahres 2007 konsultiert [6]. Daraus ist ersichtlich, dass gut die Hälfte der Kosten (48,1%) für Güter und Dienstleistungen des Gesundheitswesens auf die Krankenhäuser (35,1% ohne Psychiatrie) und

Pflegeheime (13%) entfallen, wobei in der Kategorie der Krankenhäuser nebst den somatischen Akutkrankenhäusern als Allgemeinkrankenhaus auch die Rehabilitationskliniken als Spezialklinik enthalten sind.

In dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt somit auf den Leistungserbringern Akutkrankenhäuser (Spital), Rehabilitationsklinik und Pflegeheim. Ein Spital ist eine Einrichtung, in dem akut erkrankte Patienten stationär oder ambulant behandelt werden und eine Tag- und Nachtaufnahmebereitschaft besteht. Die Ergänzung zum Akutbereich bilden die Rehabilitationskliniken. Mit der Pflegeüberleitung folgt eventuell eine Heimaufnahme zur ständigen Pflege in ein Pflegeheim (Langzeitbereich).

## 2.2 Zuweiser bzw. Einweiser bzw. Überweiser

Bevor der Zuweiser je Leistungserbringer definiert wird, gilt es zuerst zu klären, wo die Unterschiede zwischen einer Zu-, Ein- oder Überweisung liegen. In der Literatur findet sich folgende Unterscheidung [17]:

- Bei einer Überweisung wird ein Patient für die weitere Behandlung zu einem anderen Arzt überwiesen (unabhängig davon, ob ambulanter oder stationärer Aufenthalt).
- Bei einer Zuweisung hingegen benötigt der behandelnde Arzt eine konkrete Untersuchung, die er selbst nicht durchführen kann (z.B. Röntgenbild). Er weist den Patienten daher mit einem konkreten Untersuchungsauftrag einem anderen Arzt zu. Die Weiterbehandlung und Interpretation des Befundes wird vom zuweisenden Arzt vorgenommen (ambulanter Aufenthalt).
- Bei der Einweisung wird ein Patient für die weitere Behandlung in den stationären Bereich eines Krankenhauses eingewiesen (z.B. Operationen).

Bei allen drei Prozessen, die einerseits den ambulanten andererseits den stationären Aufenthalt betreffen, ist die Informationsweitergabe zwischen den beteiligten Ärzten (niedergelassener Bereich wie auch Krankenhaus) sehr wichtig und entscheidend für die effiziente und zielgerichtete Weiterbehandlung. Deswegen wird in dieser Arbeit nicht zwischen diesen Begriffen unterschieden und mehrheitlich der Begriff Zuweisung bzw. Zuweiser verwendet.

Verschiedenste Untersuchungen zeigen [3,7], dass der wichtigste Zuweiser eines Spitals der niedergelassene Arzt (Haus- oder Facharzt) ist, da in der überwiegenden Zahl der Fälle (über 60%) die Empfehlung des einweisenden Arztes über die Wahl des Krankenhauses entscheidet. Der niedergelassene Arzt hat folglich aus Sicht des Krankenhauses eine „Gatekeeper“-Funktion, da er den Zustrom von Patienten steuert (seine Empfehlung überwiegt sogar die persönliche Präferenz des Patienten), und gehört als Meinungsführer somit zu den wichtigsten Ansprechpartnern – und damit indirekt zu einem zentralen Kunden - einer Klinik [5]. Sie können aber auch als indirekter Distributionsweg bzw. Vertriebsweg bzw. Absatzweg angesehen werden, wie bei Arnold [1] nachzulesen ist. Der niedergelassene Arzt ist also gleichzeitig Absatzmittler bzw. Kunde, Kooperationspartner und unter Umständen auch Konkurrent des Krankenhauses. Entsprechend kann das Verhältnis von Widersprüchen und Ambivalenzen geprägt sein. Trotz dieser nicht unproblematischen Beziehung zwischen Krankenhäusern und niedergelassenen Ärzten, ist der Zuweiser für das Krankenhaus von existenzieller Bedeutung.

Die Rehabilitationskliniken haben grundsätzlich keinen eigenen Patientenzugang. Sie sind abhängig von Empfehlungen und Verordnungen. Selbstzuweiser sind höchstens im Selbstzahlerbereich vorhanden. Für die Mehrheit aller Patienten gilt, dass die Zuweisung in die Reha-Klinik über ein Krankenhaus erfolgt und selten über einen niedergelassenen Arzt (z.B. Orthopäde). [9]

Bei Pflegeheimen sind es vor allem die Angehörigen oder gesetzlichen Betreuer der Pflegebedürftigen, die stellvertretend die geeignete Pflegeeinrichtung suchen. Die Einweisung selber erfolgt dann über den Hausarzt. Aber auch Krankenhäuser stellen über das Entlassungsmanagement sicher, dass alle Patienten mit einem poststationären Pflege- und Unterstützungsbedarf die passenden Pflegeangebote in Anspruch nehmen können. [9]

## 3. KONZEPTIONELLE GRUNDLAGEN

### 3.1 Einführung

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die konzeptionellen Grundlagen, die für die Gestaltung eines Kundenbeziehungsmanagementkonzepts zwischen Leistungserbringer im Gesundheitswesen und Zuweiser benötigt werden.

### 3.2 Geschäftsprozessmanagement

#### 3.2.1 Charakteristika

Die Definition von Schmelzer & Sesselmann [23] lautet: „Unter Geschäftsprozessmanagement wird ein integriertes Konzept [...] verstanden, das eine Steuerung der Geschäftsprozesse ermöglicht. Es ist auf die Erfüllung der Bedürfnisse der Kunden und anderer Interessengruppen (Mitarbeiter, Kapitalgeber, Eigentümer, Lieferanten, Partner, Gesellschaft) ausgerichtet und trägt dazu bei, die strategischen und operativen Ziele des Unternehmens zu erreichen.“ Die Gestaltungsebenen definieren sich wie folgt:

- Strategie: „Die Ebene Strategie definiert die Position im Markt und die daraus abgeleiteten Schlüsselentscheidungen für das Unternehmen und seine Geschäftsfelder.“
- Prozesse: „Die Ebene Prozesse leitet aus der Strategie die Leistungen, den Ablauf, die Computerunterstützung und die Führungsmittel ab und detailliert die Organisationsstruktur.“
- Informationssysteme (IS): „Die Systemebene konkretisiert den Prozessentwurf; sie liefert die Vorgabe für die organisatorische und die informationstechnische Implementierung.“

#### 3.2.2 Prozesslandkarte

„Zwischen Geschäftsprozessen bestehen Verbindungen und Abhängigkeiten. Sie beruhen auf dem Transfer von Leistungen und Informationen. Diese Wechselbeziehungen zu kennen ist wichtig, um die Geschäftsprozesse zu verstehen, zu leiten und zu lenken (vgl. ISO 9000:2000, Kapitel 2). Ein gutes Hilfsmittel zum Aufzeigen der Wechselbeziehungen und Nahtstellen ist die Prozesslandkarte.“, so die Meinung von Schmelzer & Sesselmann [23].

Eine solche Landkarte soll einen Überblick über die Geschäftsprozesse einer Organisation, deren Wirkungszusammenhang und die Verbindungen zu Kunden vermitteln. Die Prozesslandkarte stellt die oberste Darstellungsebene der Geschäftsprozesse dar. Aufschlussreicher, aber auch komplexer ist es, die Prozesslandkarten auf Teilprozesse auszudehnen, wie Kapitel 4 zeigen wird.

### 3.3 CRM

#### 3.3.1 Einführung

Customer Relationship Management ist erst in den letzten Jahren zu einem geflügelten Schlagwort im Umgang mit Kundenbeziehungen geworden. Zentrale Erfolgsgrösse des CRM ist die Profitabilität der Kundenbeziehung, die neben dem Kundenwert auch den Ressourceneinsatz des Unternehmens über den gesamten Kundenlebenszyklus umfasst. [10]

#### 3.3.2 Definition und Eigenschaften

Das Customer Relationship Management (CRM) lässt sich als technologieunterstützter Managementansatz ableiten. Dabei helfen Informationssysteme, das erforderliche Wissen zur Unterstützung kundenorientierter Prozesse in Marketing, Vertrieb und Service zu sammeln, zu analysieren und integriert bereitzustellen. Eine Eigenschaft von CRM ist somit die zielorientierte Integration von Marketing-, Vertriebs- und Serviceaktivitäten. [8]

Hippner/Wilde [12] bestätigen, dass ein CRM-Konzept dann erfolgreich ist, wenn es aus einer betriebswirtschaftlichen und technologischen Komponente besteht. Dies führt zu folgender Definition [12]: „CRM ist eine kundenorientierte Unternehmensstrategie, die mit Hilfe moderner Informations- und Kommunikationstechnologien versucht, auf lange Sicht profitable Kundenbeziehungen durch ganzheitliche und individuelle Marketing-, Vertriebs- und Servicekonzepte aufzubauen und zu festigen.“

#### 3.3.3 Der Kundenlebenszyklus

Um Marketing, Vertrieb und Service optimal ausrichten zu können, ist für jeden Unternehmer unerlässlich, den so genannten Kundenlebenszyklus zu verstehen. Als Kundenlebenszyklus bezeichnet man grundsätzlich den zeitlichen Verlauf einer Geschäftsbeziehung zwischen Konsument und Unternehmen, beginnend mit dem ersten Kundenkontakt bis zur Beendigung des Geschäftsverhältnisses. Dabei ergeben sich je nach Phase, in der sich der Kunde befindet, verschiedene CRM-Aktionsfelder. [11]

#### 3.3.4 Das Phasenmodell des CRM

Während der Kundenlebenszyklus die gesamte Dauer einer Kundenbeziehung beschreibt, stellt der Customer Buying Cycle (Konsumzyklus) die typischen Kundenkontakte dar, die im Rahmen einer Dienstleistungsnutzung stattfinden. Zahlreiche dieser Konsumzyklen können während der gesamten Dauer einer Kundenbeziehung durchlaufen werden. Dabei werden die vier Phasen Anregung, Evaluation, Kauf und After Sales unterschieden und in einer zyklischen Abfolge dargestellt. Das Phasenmodell des CRM baut darauf auf und ergänzt das zyklische Verständnis um die Möglichkeit, einzelne Phasen in Folgezyklen zu überspringen und gewonnene Informationen in iterativen Prozessabläufen kontinuierlich einzubeziehen, wie folgende Abbildung zeigt [24]:

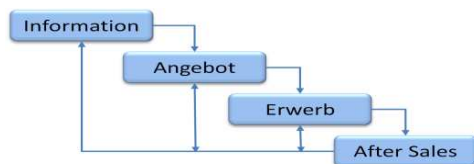


Abbildung 1: Customer Buying Cycle [24]

#### 3.3.5 CRM-Modelle

Zur Kategorisierung und Darstellung von CRM-Prozessen existieren verschiedene Ansichten. Ansätze mit strategischem Fokus

folgen einer Dreiteilung in die Prozessbereiche Marketing, Vertrieb und Service oder in die Phasen Pre-Sales, Sales und After-Sales. CRM-Ansätze können ihren Ursprung auch in der informationstechnischen Unterstützung haben. Auf Kategorien von Informationssystemen basiert folgende Prozesseinteilung [8]:

- Strategisches CRM umfasst Situationsanalyse, Ziel- und Strategieplanung sowie Massnahmenplanung und Kontrolle
- Analytisches CRM umfasst kundenbezogene Datengewinnung, -haltung und -auswertung
- Operatives CRM umfasst die Durchführung von Aufgaben in CRM-Prozessen
- Kommunikatives bzw. kollaboratives CRM umfasst die Integration der unterschiedlichen Kommunikationskanäle

### 3.4 Zuweisermarketing

#### 3.4.1 Einführung

Marketing ist Teil des CRM und das vorhandene Einweisermarketing-Wissen ist für das zu erarbeitende Zuweisermanagementkonzept nützlich. Denn, ob Zuweisermarketing oder Zuweisermanagementkonzept nach CRM, bei beiden ist die Ausgangslage das Erkennen der Zuweiserbedürfnisse bzw. -anforderungen.

#### 3.4.2 Schnittstelle Leistungserbringer und Zuweiser

Die Auswertung verschiedenster Zuweiserbefragungen [2,4,13,19, 21,26] zeigt folgende Kernschwächen: Mangelnde Abstimmung, fehlende persönliche Kontakte und schlechter Informationsfluss. Dies zeigt sich in für die Arztpraxis unrealistischen Präparate-Vorgaben und in einer langen Wartezeit auf Termine, vor allem auf den Arztbrief, der überdies mit vielen irrelevanten Informationen gefüllt ist. Zudem fühlen sich niedergelassene Ärzte in ihrer Fachkompetenz nicht ausreichend akzeptiert sowie zu wenig verstanden. Auch kritisieren sie, dass in Kliniken das Eingehen auf und das Informieren von Patienten Mängel aufweist, denn es gilt zu bedenken, dass negative Erlebnisse des Patienten von diesen nach Entlassung häufig dem einweisenden Arzt „angelaftet“ werden. Schliesslich besitzen sie zu wenig Informationen über das Leistungsspektrum eines Leistungserbringers (diagnostische und therapeutische Möglichkeiten).

Jungblut-Wischmann [13] hat ein hierarchisches Modell der Merkmale des Krankenhauses entwickelt, die für das Gesamturteil des niedergelassenen Arztes eine Rolle spielen. Abbildung 2 zeigt, dass die Anforderungen, die ein Arzt an ein Krankenhaus stellt, gemäss dem Autor einer hierarchischen Ordnung folgen.



Abbildung 2: Wichtigkeit einzelner Leistungsmerkmale des Krankenhauses aus Zuweisersicht [13]

An erster Stelle (Basisanforderung) steht die ausreichende fachliche Qualität, d.h. die medizinischen und pflegerischen Leistungen sowie die technische Ausstattung müssen angemessen sein. Erst wenn diese Basiskriterien erfüllt sind, werden weitere Kriterien wirksam. Daraus folgt die Tatsache, dass nicht-medizinische



Leistungen bei der Wahl eines bestimmten Leistungserbringers künftig häufiger das „Zünglein an der Waage“ sein werden [18].

Für eine funktionierende Beziehung zwischen Zuweiser und Leistungserbringer sind also hauptsächlich nicht-medizinische Faktoren ausschlaggebend. Wenn ein Zuweiser sich akzeptiert fühlt, die Kommunikation (Arztbrief, Erreichbarkeit, etc.) schnell und effizient verläuft, die krankenhausinterne Organisation beim Patienten einen positiven Eindruck hinterlässt und obendrauf spezielle Serviceleistungen für Zuweiser angeboten werden, dann gibt es keinen Grund die Zusammenarbeit einzustellen. Dabei gilt es die hierarchische Ordnung zu berücksichtigen, da z.B. Serviceleistungen vergebens sind, solange die Organisation nicht zufriedenstellend ist oder der Zuweiser sich nicht akzeptiert fühlt. Eine funktionierende Zuweiserbeziehung weist nach Thill [26] folgende Merkmale auf: Auf lange Sicht angelegt, sinnvolle Zusammenarbeit, Vertrauen und Akzeptanz der Handlungsweisen der Partner, kontinuierliche gegenseitige Kommunikation, Abstimmung bezüglich diagnostischen und therapeutischen Leistungen, persönliches Kennenlernen sowie gute telefonische Zusammenarbeit.

### 3.4.3 Zuweisermarketingkonzept

Zur Definition dieses Begriffes lässt sich bei Thill [26] nachlesen: „Einweisermarketing, im Sinne des Marketings nach aussen gegenüber zuweisenden Ärzten, ist eine Form der Klinikführung, die sich mit den Anforderungen und Wünschen der Zuweiser auseinandersetzt. Es gilt, Ärzte, mit denen man bereits zusammenarbeitet, an die Klinik zu binden und neue Zuweiser zu gewinnen. Das Leistungsangebot ist bewusst, zielgerichtet und geplant mit den Zuweiseranforderungen in Übereinstimmung zu bringen, um dadurch die Klinikziele schneller und einfacher zu erreichen.“

Die Definition zeigt im Vergleich zum CRM-Konzept, dass das Marketing sich auf die Akquisition und Bindung beschränkt, während CRM ein ganzheitliches Konzept von Akquisition und Bindung über die Penetration bis zur Rückgewinnung mit Rücksicht auf Gefährdungsphasen bereit stellt und sich speziell auf die profitablen Beziehungen fokussiert.

## 3.5 Transferpotential

In diesem Kapitel wird die Übertragbarkeit des CRM-Ansatzes (Ausgangsdisziplin) auf das Management der Schnittstelle zwischen Zuweiser und Leistungserbringer im Gesundheitswesen (Ziendisziplin) untersucht. Zarnekow [28] schlägt eine vierstufige Methode zur Überprüfung des Transferpotentials vor.

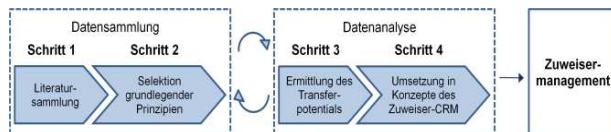


Abbildung 3: Vier-stufiges Transferpotential-Modell [28]

Auf Basis einer gründlichen Literaturrecherche konnte das Konzept des Customer Relationship Management als Transferobjekt identifiziert werden, das auf die Gestaltung des Zuweisermanagements übertragen werden soll. Somit kann in Schritt 3 anhand von den zwei Dimensionen „Vergleichbarkeit der Problemstellung“ und „Differenz im Erkenntnisstand“ das Transferpotential von Konzepten einer Ausgangsdisziplin auf eine Ziendisziplin untersucht werden (vgl. Abbildung 4 und 5).

Differenz im Erkenntnisstand		
	Ausgangsdisziplin	Ziendisziplin
Anzahl Publikationen	hoch	gering
Detaillierungsgrad	hoch	gering
Erfahrungshorizont	mittel bis hoch	gering
Stand der Umsetzung	mittel bis hoch	mittel
Ergebnis:	hohe Differenz im Erkenntnisstand	
Vergleichbarkeit der Problemstellung		
	Ausgangsdisziplin	Ziendisziplin
Spezifität	mittel	hoch
Komplexität	hoch	hoch
Praktische Bedeutung	mittel bis hoch	mittel bis hoch
Ergebnis:	mittlere Vergleichbarkeit (bedingt durch spezifische Voraussetzungen)	

Abbildung 4: Erläuterungen zur Positionierung von CRM

Die hohe Differenz im Erkenntnisstand ergibt sich aus einer grossen Anzahl Publikationen in der klassischen CRM-Disziplin, der eine geringe Publikationsdichte im Zuweisermanagement gegenübersteht. Ebenso sind der Erfahrungshorizont und der Stand der praktischen Umsetzung im klassischen, marktorientierten CRM höher. Die mittlere Vergleichbarkeit der Problemstellung resultiert aus der unterschiedlichen Spezifität zwischen CRM im externen Marktumfeld und dem Zuweisermanagement.

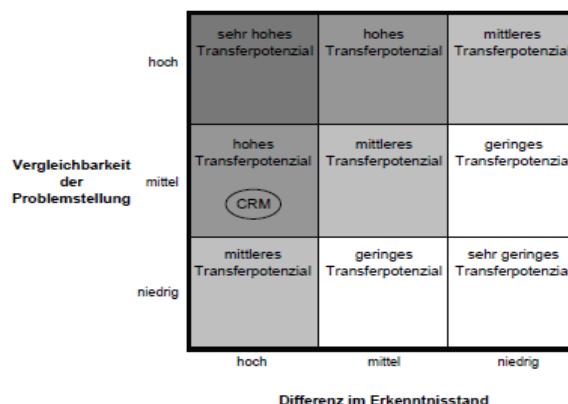


Abbildung 5: Positionierung von CRM in der Transferpotentialmatrix

Aufgrund der Transferpotentialanalyse ergibt sich eine hohe Übertragbarkeit des CRM-Ansatzes aus dem generellen Marktumfeld auf das Zuweisermanagement. Schritt 4 der Transfermethode geschieht in Kapitel 4 in diesem Beitrag.

## 3.6 Definition Zuweisermanagement

Mit Hilfe der theoretischen Herleitung des Transferpotentials klassischer CRM-Ansätze und der Gestaltungsanforderungen an der Schnittstelle zwischen Leistungserbringer im Gesundheitswesen und Zuweiser kann nun das Zuweisermanagement für den Kontext dieser Arbeit definiert werden:

**Zuweisermanagement bezeichnet den Ausbau und Erhalt von Zuweiserbeziehungen eines Leistungserbringers im Gesundheitswesen durch eine markt- und zuweiserorientierte Ausrichtung der Strategie, Prozesse und Systeme, um die Erstellung und Kommunikation anforderungsgerechter Leistungen sowie eine hohe Zuweiserzufriedenheit zu gewährleisten, wobei der Betreuungsgrad je nach Zuweiserwertigkeit bzw. -profitabilität variiert.**



## 4. ZUWEISERMANAGEMENT-KONZEPT

### 4.1 Einführung

Das im Folgenden vorgestellte Konzept für ein Zuweisermanagement, welches die in Kapitel 1.1 beschriebene Lücke schliessen soll, basiert auf dem PROMET Referenzmodell für CRM [8]. PROMET schlägt eine Brücke zwischen den strategieorientierten und den IT-orientierten Konzepten. Auf diese Weise lassen sich sowohl die Managementebene (Strategie, Prozesse) als auch die IT-Ebene eines CRM-Konzeptes abdecken. Es liefert ferner die Grundlage für eine auf Kategorien von Informationssystemen basierende Prozesseinteilung in analytische, strategische, operative und kommunikative CRM-Prozesse. Damit wird die Basis für weiterführende Arbeiten auf Systemebene gelegt.

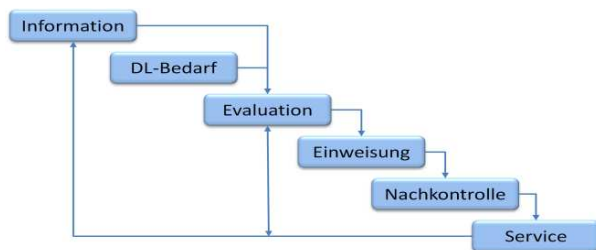
Der originäre Beitrag des hier vorgestellten Konzepts liegt in der Ganzheitlichkeit der Beziehung zwischen Zuweiser und Leistungserbringer, die über Marketing, Vertrieb und Service hinweg behandelt wird. Dieses Kapitel ist die Antwort auf die Forschungsfrage:

**Wie kann ein Kundenbeziehungsmanagement-Konzept wie z.B. das Customer Relationship Management auf die Kundenbeziehung zwischen Leistungserbringer im Gesundheitswesen und ihren Zuweiser übertragen werden?**

Die Prozesslandkarte liefert die erste Ebene von identifizierten Prozessen, deren Teilprozesse im Anschluss weiter vertieft werden. Die Berücksichtigung der verschiedenen Leistungserbringer wird, wo notwendig, hervorgehoben. Grundsätzlich ist das nachfolgende Konzept aber für alle Leistungserbringer, d.h. Spital, Reha-Klinik sowie Pflegeheim, gedacht bzw. auf das Management ihrer Zuweiser übertragbar. Ausgangspunkt für die Landkarte ist der Zuweiserprozess, weshalb dieser auch Vorrang hat.

### 4.2 Der Zuweiser(interaktions)prozess

Der Kundenprozess des Zuweisers bestimmt die Prozesse und Leistungen im Zuweisermanagement eines Leistungserbringers im Gesundheitswesen. Aus ihm geht hervor, welche Leistungen eine Klinik in der jeweiligen Prozessphase anbieten muss, um die Zuweiserbedürfnisse abzudecken. Der Ablauf bei einem Zuweiser (Zuweiserzyklus) lehnt sich an den Consumer Buying Cycle bzw. an das Phasenmodell wie im Kapitel 3.3.4 beschrieben, wobei es sich beim Zuweiserzyklus nicht wirklich um einen Konsumzyklus, sondern eher um einen Entscheidungszyklus handelt. Folgende Abbildung zeigt die Zuweiserprozessphasen innerhalb eines Zuweiserzyklus, die anschliessend näher erläutert werden.



**Abbildung 6: Zuweiser(interaktions)prozess**

- Informationsphase: Diese Phase ist dadurch geprägt, dass Zuweiser über Leistungserbringer in ihrer Umgebung informiert sein wollen, v.a. hinsichtlich des Leistungsspektrums und der Infrastruktur. Die Informationen müssen dem Zuwei-

ser zur Verfügung stehen bevor ein entsprechender Bedarf (Patientenfall) aufkommt, damit der Zuweiser im Ernstfall zügig den richtigen Leistungserbringer vermitteln kann. Zudem ergeben sich Informationen zu einem Leistungserbringer im Verlauf mehrerer Einweisungszyklen. Auch ist die Weiterempfehlung von anderen Zuweisern in diese Phase einzuordnen.

- Dienstleistungsbedarf: Anstoss für den Bedarf einer Krankenhaus-, Reha- oder Pflegeheimdienstleistung ist ein entsprechender Patientenfall (unabhängig davon, ob der Bedarf ambulanter oder stationärer Natur ist).
- Evaluation: Gestützt auf den eingeholten Informationen oder den eigenen Erfahrungen evaluiert der Zuweiser die Alternativen zur Erfüllung seines Dienstleistungsbedarfes bzw. zur Behandlung seines Patienten. Diese Evaluation kann neutral geprägt sein, d.h. verschiedene Leistungserbringer werden aufgrund des Bedarfes ausgewählt und unter Einbezug von Kriterien wie Fachkompetenz, usw., bewertet. Wahrscheinlicher ist aber, dass die Erfahrungen des Zuweisers und/oder die seiner Kollegen einen Einfluss auf die Auswahl haben sowie der Wunsch eines Patienten. Der Zuweiser erwartet zudem eine zufriedenstellende Bearbeitung seiner Anfragen.
- Einweisung: Wenn die Entscheidung für einen Leistungserbringer gefallen ist, wird der Patient eingewiesen. In dieser Phase erwartet der Zuweiser eine effiziente Zusammenarbeit von der Aufnahme bis zur Entlassung. Im Vordergrund steht die Erwartung als gleichberechtigter Kollege akzeptiert zu werden sowie auf eine funktionierende Organisation und Kommunikation zu treffen.
- Nachkontrolle: In der Regel wünscht sich der Zuweiser seinen Patienten zur Nachkontrolle zurück. Hierzu erwartet der Zuweiser den rechtzeitigen Empfang des Arztbriefes. Aus dieser Phase resultieren bei Unzufriedenheit mit der erfahrenen Einweisung auch die Beschwerden. Dies gilt sowohl für ein Spital wie auch für eine Reha-Klinik. Einzig beim Pflegeheim ist diese Phase des Zuweisers sekundär, da die Inanspruchnahme der Dienstleistung auf Langfristigkeit ausgelegt ist.
- Service: Im Anschluss an einer Einweisung können Serviceleistungen wie Fortbildungsveranstaltungen oder persönliche Besuche den Zuweiser begeistern.

### 4.3 Prozesslandkarte

Um die Leistungen zu erbringen, die zur Abdeckung des Zuweiserprozesses notwendig sind, verwenden Leistungserbringer im Gesundheitswesen Prozesse, die untereinander und mit den Phasen des Zuweiserprozesses vernetzt sind. Die Zusammenhänge der einzelnen Prozesse können in einer Prozesslandkarte dargestellt werden (vgl. Abbildung 7). Sie basiert auf den Ergebnissen der Literaturanalyse in den Domänen des klassischen CRM und des Zuweisermarketings sowie auf den Erkenntnissen aus den Zuweiserbefragungen. Eine Prozesslandkarte konzentriert sich auf die wettbewerbsentscheidenden Prozesse eines Unternehmens und ihre Koordination über den Austausch von Leistungen [8].

Die Prozesslandkarte für das Zuweisermanagement unterteilt sich in die beiden Rollen Leistungsabnehmer (Zuweiser) und Leistungsanbieter (Krankenhaus, Reha-Klinik, Pflegeheim). Innerhalb des Leistungsanbieters wird weiter zwischen den Aufgaben der

Geschäftsleitung, des Zuweisermanagements und Leistungsmanagement unterschieden:

- Das Zuweisermanagement liegt im Zentrum der Landkarte und ist in die drei generischen Prozessbereiche Marketing, Vertrieb und Service unterteilt. Die vom Kundenprozess benötigten Leistungen werden durch die operativen CRM-Prozesse, Kampagnenmanagement, Vertriebsunterstützung, Einweisungsabwicklung, Beschwerdemanagement sowie Zuweiserbindungs- / Rückgewinnungsmanagement abgedeckt und durch das kommunikative CRM unterstützt. Diesen übergeordnet sind die strategischen CRM-Prozesse (Strategieentwicklung, Prozessführung und Personalmanagement). Die Prozesse Kundensegmentierung und Feedback- & Wissensmanagement wirken vornehmlich im Hintergrund (analytische CRM-Prozesse).
- Im Prozessbereich Geschäftsleitung sind die Prozesse des „General Management“ abgebildet (strategische CRM-Prozesse). Hierzu gehören die Strategieentwicklung, das Personalmanagement, aber auch die Prozessführung.
- Zum Bereich Leistungsmanagement gehören das Dienstleistungsmanagement, das Ressourcenmanagement und die Leistungserstellung.

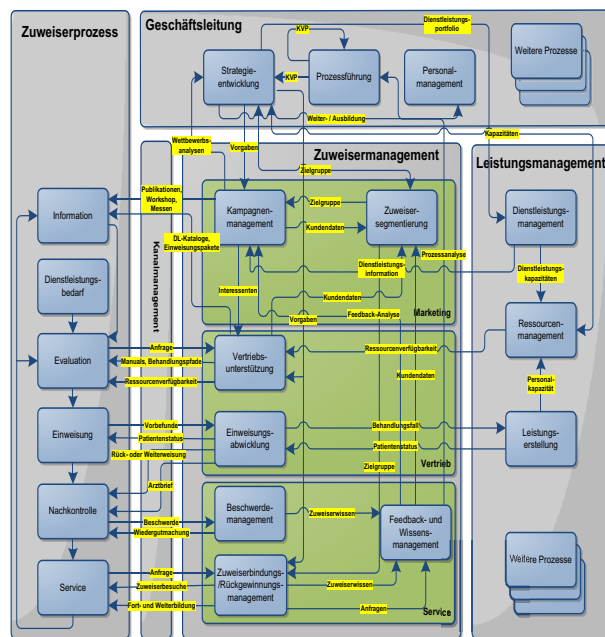


Abbildung 7: Prozesslandkarte Zuweisermanagement

## 4.4 Leistungsanbieterprozesse

### 4.4.1 Einführung

Ausgangspunkt eines Zuweisermanagements, das auf die übergeordnete Unternehmensstrategie und die daraus abgeleiteten Unternehmensziele abgestimmt ist, ist das Verständnis des Unternehmens hinsichtlich der Verhaltensweisen, Einstellungen und des Werts unterschiedlicher Zuweiser und Zuweisergruppen. Dieses Verständnis leitet sich aus den analytischen CRM-Prozessen ab. Mit dem strategischen CRM eng verbunden sind also die analytischen CRM-Prozesse (Zuweisersegmentierung, Feedback- & Wissensmanagement), die in der Situationsanalyse (siehe Kapitel

4.4.3.1 Strategieentwicklung) Eingang finden. Daher erhalten die analytischen CRM-Prozesse hier den Vortritt, auch wenn sie im Hintergrund wirken.

In der Analyse bzw. Auswertung der Daten liegt zudem ein zentraler Hebel der IT. Durch den Einsatz von IT lassen sich die analytischen CRM-Prozesse effektiv und effizient gestalten. Dies muss bei der Prozessgestaltung berücksichtigt werden, damit z.B. beim Feedbackmanagement das Wissen von und über Kunden an die richtigen Stellen weitergeleitet wird, oder die Informationsintegration für ein übergeordnetes Krankenhausinformationssystem (KIS) gewährleistet ist. Weiter muss die Schnittstelle zu den operativen CRM-Prozessen mit Hilfe der IT bewältigt werden, damit die Ansammlung von zuweiserspezifischen Daten auch die analytischen CRM-Prozesse erreicht. Schliesslich liegt ein weiterer zentraler Hebel der IT in den kommunikativen CRM-Prozessen. Die elektronische Erfassung von Behandlungsdaten sowie die interaktiven Möglichkeiten an der Schnittstelle Zuweiser und Leistungserbringer liefern das grösste Potential für einen strategischen und innovationsorientierten Einsatz der IT. Zentral hierbei ist der Datenschutz, vor allem hinsichtlich der Verschlüsselungstechnik beim Versand vertraulicher Dokumente. Die Konkretisierung des IT-Einsatzes bzw. die Entwicklung einer Systemarchitektur ist Teil einer weiterführenden Arbeit auf Systemebene.

## 4.4.2 Analytische CRM-Prozesse

### 4.4.2.1 Zuweisersegmentierung



Abbildung 8: Teilprozesse Zuweisersegmentierung

Zuerst sollte das Einweiserpotential des Einzugsgebiet bekannt sein (Anzahl Praxen, regionale Verteilung sowie Fachrichtung und therapeutischer Schwerpunkt). Die Gesamtanalyse der bestehenden Zuweiserstruktur liefert Daten zur absoluten und relativen Zuweisungshäufigkeit einer bestimmten Betrachtungsperiode oder Indikation/Fachgebiet. Die detaillierte Einzelanalyse der Zuweiser liefert eine aussagekräftige Datengrundlage zur Ausgestaltung der Zuweisermanagement-Aktivitäten.

Das Ziel der eben beschriebenen Markt- und Strukturanalyse ist folglich die Bildung von Zuweiserzielgruppen (Segmentierung). Für diese Zielgruppen werden in der Strategieentwicklung entsprechende Massnahmenbündel konzipiert, die auf die jeweiligen Bedürfnisse ausgerichtet sind. Die Segmentierung kann auf verschiedene Art und Weise geschehen. So lassen sich die bestehenden Zuweiser beispielsweise in einer 4-Felder-Matrix mit den Dimensionen Kooperationsbereitschaft und Zuweisungsintensität einordnen oder auf Basis einer ABC-Analyse untersuchen. Als innovativer, aber aufwändiger Ansatz gilt die bindungsbezogene Segmentierung der bestehenden als auch der potentiellen Zuweiser oder auch Commitment-Ansatz genannt.

### 4.4.2.2 Feedback- & Wissensmanagement



Abbildung 9: Teilprozesse Feedback- & Wissensmanagement

Das Wissen über Zuweiser, deren Bedürfnisse, deren Verhalten und deren Wertschöpfungspotential für das Unternehmen ist

immens wichtig und können sich im Verlauf der Zeit ändern. Dieses Wissen beinhaltet die Kundenkontakthistorie, Präferenzen und Eigenschaften der Zuweiser sowie die in Anspruch genommenen Dienstleistungen und wird im Rahmen der operativen Zuweisermanagement-Prozesse gesammelt. Daher sollten die Ergebnisse aus der Zuweisersegmentierung regelmässig aktualisiert werden. Wissen von Zuweiser wird im Rahmen des Feedbackmanagements in die Unternehmung hineingetragen.

Leitgedanke des geschlossenen Wissenskreislaufs ist es, das Wissen von und über Kunden, das über das Feedbackmanagement in die Organisation hineingetragen wird, im Unternehmen an die relevanten Stellen weiterzuleiten, um Leistungsinnovationen, Prozessverbesserungen und neues Wissen für die Kunden zurückzuleiten. So wird eine „lernende“ Kundenbeziehung möglich. [8]

#### 4.4.3 Strategische CRM-Prozesse

##### 4.4.3.1 Strategieentwicklung

Das strategische CRM leitet aus der übergeordneten Strategie die entsprechenden Ziele sowie Strategien je Zielgruppe ab. Sollte keine Gesamtstrategie existieren, kann das strategische CRM trotzdem Ziele und Strategien festlegen. Dabei lehnt sich die Vorgehensweise an den idealtypischen Managementprozess (Analyse, Planung, Durchführung und Kontrolle) und umfasst folgende Aufgaben:



**Abbildung 10: Teilprozesse Strategieentwicklung**

Die Entwicklung einer Zuweisermanagementstrategie setzt die Kenntnis des eigenen Unternehmens, der Zuweiser und Wettbewerber voraus [18]. Die Situationsanalyse liefert die Grundlage zur Planung der strategischen Ziele. Da Zuweiser auf Informationsangebote und Rückmeldungen ihrer Patienten angewiesen sind, um einschätzen zu können, welches Haus für welche Behandlung geeignet ist, liegt der strategische Schwerpunkt auf der Kommunikationspolitik [25]. Weiter spielt die Prozesspolitik beim Aufnahme- und Entlassungsmanagement eine grosse Rolle. Für eine Zusammenarbeit zudem wichtig ist eine Zuordnung fester Ansprechpartner [20]. Zur Erreichung der Ziele sind Handlungsrichtlinien zur Zuweiserbearbeitung ein geeignetes Instrument. Abweichungsanalysen ermöglichen schliesslich die Bestimmung des Erreichungsgrad der strategischen Ziele.

##### 4.4.3.2 Prozessführung



**Abbildung 11: Teilprozesse Prozessführung**

Die Effektivität sowie die Effizienz der operativen, analytischen und kommunikativen CRM-Prozesse sollen sich permanent weiterentwickeln. Diese Prozesse müssen daher definiert, gestaltet und gesteuert bzw. kontrolliert werden (=Prozessmanagement). Damit werden gleichzeitig ständige Prozessverbesserungen ermutigt und angeregt. Die Prozessführung definiert Prozessziele aufgrund der Vorgaben aus der Strategieentwicklung, kontrolliert die Zielerreichung (Abweichungsanalysen) und koordiniert Verbesserungs-massnahmen (kontinuierlicher Verbesserungsprozess KVP).

##### 4.4.3.3 Personalmanagement



**Abbildung 12: Teilprozesse Personalmanagement**

Die Rolle der Mitarbeiter ist im Zuweisermanagement zentral, da die Zuweiserorientierung innerhalb eines Hauses von ihnen abhängig ist. Alle operativen CRM-Prozesse sind davon betroffen, weswegen eine entsprechende Weiterbildung für die bestehenden Mitarbeiter zu empfehlen ist. Sollte ein Zuweisermanager in Betracht gezogen werden, muss dieser auch entsprechend ausgebildet werden. Den Freundlichkeits- sowie Zufriedenheitsgrad der Mitarbeiter gilt es, regelmässig zu analysieren, um bei Abweichungen entsprechende Verbesserungs-massnahmen einzuleiten.

#### 4.4.4 Operative CRM-Prozesse

##### 4.4.4.1 Kampagnenmanagement



**Abbildung 13: Teilprozesse Kampagnenmanagement**

Das Kampagnenmanagement ist typischerweise der zentrale Marketingprozess und deckt im Zuweiserprozess die Informationsphase ab. Durch Kampagnen werden ausgewählte Zuweiser (Zielgruppen) mit speziell zusammengestellten Informationen versorgt. Während potentielle Zuweiser über das Leistungsspektrum informiert werden, sollen bestehende über neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten in Kenntnis gesetzt werden.

##### 4.4.4.2 Vertriebsunterstützung



**Abbildung 14: Teilprozesse Vertriebsunterstützung**

Die Vertriebsunterstützung ist Teil des Prozessbereiches Vertrieb und deckt die Zuweiserprozessphase der Information und Evaluation ab. Es gilt, den Zuweiser als indirekten Vertriebsweg bzw. als externes Distributionsorgan aufzufassen (vgl. Arnold [1], vgl. Kapitel 2.2) und diesen bei seiner Entscheidung, welches Haus für seinen Patienten in Frage kommt, zu unterstützen. Nicht jeder

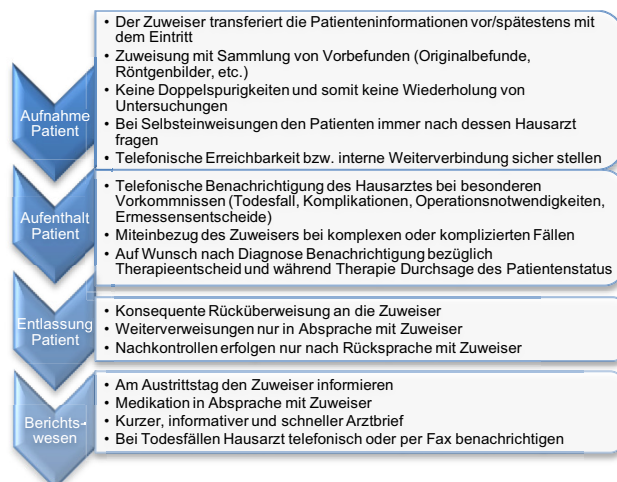


Patient passt zu jedem Leistungserbringer, da die Zuweisung vom Behandlungsbedarf abhängt. Daher bündelt die Vertriebsunterstützung Supportaufgaben wie die Beratung bei Anfragen, z.B. hinsichtlich Ressourcenverfügbarkeit (Termine, freie Betten, Kontaktdaten), und liefert Werkzeuge zur effizienteren Zusammenarbeit (DL-Katalog, Einweisungspakete, Manuals, Behandlungspfade, Zuweisermanager bzw. Zuweiserinteraktionscenter).

Das Ziel der Vertriebsunterstützung ist die Inanspruchnahme der Dienstleistung und somit die Terminierung einer Einweisung bzw. die bedarfsgerechte telefonische oder schriftliche Zuweisung durch den Zuweiser sowie die Steigerung des Images aufgrund der professionellen zuweiserorientierten Beratung. Bei der Terminierung sollte sich die Wartezeit im Rahmen des Akzeptablen bewegen. Schliesslich sollte auch mit dem Personal des Zuweisers ein freundlicher Umgang gepflegt werden.

#### 4.4.4.3 Einweisungsabwicklung

Dieser Teil des Prozessbereichs Vertrieb beschäftigt sich mit der Kommunikation und Zusammenarbeit während der Einweisung, von der Aufnahme bis zur Entlassung. Die Zuweiserbefragung des Kantonsspitals Baden [19] hat ergeben, dass sowohl bei stationären als auch bei ambulanten Eintritten das Einweisungsverfahren nicht zufriedenstellend ist (zu lange Wartezeiten, Informationen vor Eintritt mangelhaft).



**Abbildung 15: Teilprozesse Einweisungsabwicklung**

Der Einweisungsabwicklungsprozess richtet sich an die Einweisungsphase und an die Phase der Nachkontrolle des Zuweisers. Dabei ist dieser in den Prozess mit einbezogen, bedingt durch seine Rolle als externes Distributionsorgan. Daher richten sich die Aufgaben in den einzelnen Prozessschritten einerseits an den Zuweiser und andererseits natürlich an die eigenen Mitarbeiter, da der Leistungserstellungsprozess betroffen ist. Obige Aussagen treffen vor allem auf Spitäler und Reha-Kliniken zu. Bei Pflegeheimen rückt die Phase der Nachkontrolle des Zuweisers wegen der langfristigen Ausrichtung des Aufenthaltes in den Hintergrund. Die Kommunikation während des Aufenthaltes und damit die regelmässige Durchsage des Patientenstatus sind hingegen zentral für die Schnittstelle zwischen Zuweiser und Pflegeheim.

#### 4.4.4.4 Beschwerdemanagement



**Abbildung 16: Teilprozesse Beschwerdemanagement**

Das Beschwerdemanagement ist ein zentraler Prozess im Prozessbereich des Services und knüpft bei Spitäler und Reha-Kliniken an die Phase der Nachkontrolle beim Zuweiser an. Beim Pflegebereich handelt es sich um Beschwerden während des Aufenthaltes, weswegen es die Einweisungsphase des Zuweisers anspricht.

Reklamationen dienen zweierlei Zwecken. Auf der einen Seite können Fehlerquellen identifiziert und verbessert werden (Verbindung zu Wissensmanagement und indirekt Prozessführung), auf der anderen Seite sind reklamierende Kunden, die zufrieden gestellt werden, oft positive Multiplikatoren [25]. Deswegen ist ein zentrales Beschwerdemanagement für grössere Häuser unverzichtbar und für kleinere Häuser empfehlenswert. Denn wer sich beschwert, ist ein guter Zuweiser, da eine Reklamation zeigt, dass durchaus noch Interesse an einer Zusammenarbeit besteht. Wichtig ist klarzustellen, wer für die Annahme von Beschwerden verantwortlich ist. Dabei kann es sich, wie bei der Vertriebsunterstützung schon erwähnt, um ein Zuweiserinteraktionscenter oder einen Zuweisermanager bzw. Case-Manager oder im dezentralen Fall um den betroffenen Fachbereichsverantwortlichen handeln.

#### 4.4.4.5 Zuw.bindungs- & Rückgewinn.management

Nach erfolgter Dienstleistung beinhaltet der Prozessbereich Service unterschiedliche Aktivitäten der Kundenbetreuung, die sich neben dem Beschwerdemanagement im Zuweiserbindungs- und Rückgewinnungsmanagement versammeln und sich an die Servicephase des Zuweiserprozesses richten.

#### Zuweiserbindungsmanagement



**Abbildung 17: Teilprozesse Zuweiserbindungsmanagement**

Ausgangspunkt sind die geplanten Massnahmen aus dem Strategieentwicklungsprozess, die auf zielgruppenspezifische Bedürfnisse ausgerichtet ist. Die Zuweiserbindungsmassnahmen sollen den Zuweiser begeistern, um auf diese Weise die Loyalität bzw. Treue zu erhöhen. Eine mögliche Bindungsmassnahme, die allen Bestandszuweisern (segmentunabhängig), sofern erwünscht, zu Gute kommt, ist das Einweiserportal, das für einen reibungslosen Ablauf des Einweisungsprozesses und für zeitnahe Informationen sorgt. Ein solcher Zugang zu einem integrierten Informationssystem kann eine Differenzierung gegenüber Mitbewerber bedeuten. Bei Stammzuweisern ist es auch vorstellbar, Ressourcen für gemeinsame Behandlungen zur Verfügung zu stellen (Exklusivität). Eine weitere bindungsfördernde Möglichkeit bzw. Differenzierung gegenüber Mitbewerber liefert ein Patientenselbstmanagementkonzept, das einerseits chronisch Kranke unterstützt und andererseits den Zuweiser entlastet [15].

Die Erkenntnisse aus den Kontaktsituationen werden gesammelt, aufbereitet und ausgewertet. Dieses Wissen fliesst in das Feedback- und Wissensmanagement, wodurch eine kontinuierliche Aktualisierung der Zuweiserbedürfnisse sowie die interne

Verbreitung des Wissens an die richtigen Stellen ermöglicht werden. Bei der abschliessenden Analyse gilt es zu berücksichtigen, dass sich Bindungseffekte erst langfristig bemerkbar machen. Mögliche Kennzahlen sind die Abwanderungsquote oder die Erhöhung der Zuweisungen je Zuweiser („Share of wallet“).

#### Rückgewinnungsmanagement



Abbildung 18: Teilprozesse Rückgewinnungsmanagement

Bei (labilen) Zuweiser mit sinkender Einweisungsintensität kann die Ursache durch einen persönlichen Besuch schnell herausgefunden werden. (Verlorene) Zuweiser, die über einen längeren Zeitraum nicht mehr einweisen, müssen dazu motiviert werden, über ihre Abwanderungsgründe zu berichten. Bei verlorenen Zuweisern bestehen die Aufgaben in der erneuten Überzeugung sowie Stimulierung zu einer Wiederaufnahme der Beziehung.

Das gesammelte, aufbereitete und ausgewertete Kundenwissen fliesst auch hier ins Wissensmanagement, um die Probleme, die z.B. der Abwanderung zugrunde lagen, zu beheben. Zudem soll der Erfolg anhand der zurückgewonnenen Zuweiser gemessen werden, wobei diese weiter speziell betreut werden müssen.

#### 4.4.5 Kommunikative CRM-Prozesse

Die Aufgaben des Kanal-Managements liegen in der Unterstützung und Koordination der Kommunikationskanäle (Telefon, Fax, Internet, E-Mail, persönlicher Kontakt, Zuweiserinteraktionscenter, usw.) über alle Bereiche (Marketing, Vertrieb und Service) hinweg. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass keine Kontaktaufnahme über mehrere Kanäle gleichzeitig, keine mehrfache Aussendung von Informationen noch die Übermittlung von widersprüchlichen Inhalten erfolgt. Nach Dous [8] ist das Kanal-Management für die Synchronisation der operativen CRM-Prozesse zuständig. Es bezeichnet somit die ganzheitliche und abgestimmte Entwicklung, Gestaltung und Steuerung von Leistungs- und Wissensflüssen zu Kunden und von Kunden über verschiedene Medien und Kanäle.

Hinsichtlich der Anforderungen an die sektorübergreifende Zusammenarbeit bietet sich z.B. ein elektronischer Patientendaten-austausch auf der Grundlage eines Zuweiserportals an. Fundament einer Portallösung bildet die Patientendatenbank mit entsprechenden Zugriffsrechten für alle Leistungserbringer, die am Behandlungsprozess des jeweiligen Patienten beteiligt sind. Dieses Instrument muss so konzipiert sein, dass die Zusammenarbeit vereinfacht wird und für beide Seiten Wettbewerbsvorteile entstehen. Krol [14] meint hierzu, dass durch eine Verbesserung des Informationsgangs, der organisatorischen Aspekte und der Kommunikation die Loyalität und schliesslich auch die Bindung der Zuweiser zunehmen. Die folgende Abbildung zeigt am Beispiel des Universitätsklinikum Freiburg [27] die nutzerspezifische Bündelung von Informationen und Funktionen durch das Portal.

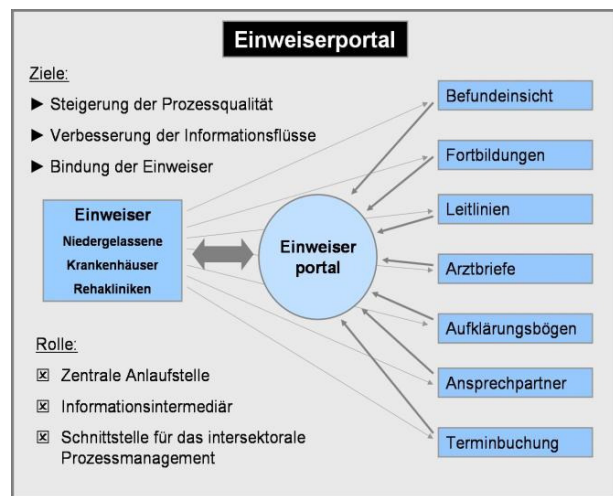


Abbildung 19: Einweiserportal [27]

Dank eines Portals lassen sich die Schnittstellen beinahe vollständig automatisieren (Self-Service-Prinzip). Einem Zuweiser ist es möglich, via Portal die Einweisung online zu terminieren und zu organisieren, die Vorbefunde selbstständig zu übertragen sowie den Patientenstatus einzusehen. Zuletzt erlebt der Zuweiser mit dem zeitgerechten Vorliegen des Arztbriefes auf dem Portal den Behandlungsverlauf ohne Schnittstellenprobleme. Das wiederum wirkt sich auf die Patientenzufriedenheit des Zuweisers aus, der dadurch seine Patienten langfristig an sich binden kann. Denkbar sind auch der Austausch digitaler Röntgenbilder oder eine automatische Erstellung des Arztbriefes. Zudem fördert und erleichtert das Portal das übergreifende Prozessmanagement und bietet eine Plattform für die Abbildung intersektoraler Behandlungspfade bzw. für die Ausweitung auf weitere Leistungserbringer (in erster Linie rehabilitative und pflegerische Einrichtungen).

## 5. KRITISCHE WÜRDIGUNG

Die Auseinandersetzung mit der Thematik des Zuweisermanagements hat gezeigt, dass die Meinungen und Modelle sowohl im Bereich des CRM als auch im Bereich des Zuweisermarketings vielfältig sind. Daher kann angenommen werden, dass die hier entwickelte generische Prozesslandkarte für ein Zuweisermanagementkonzept nicht zwingend vollständig sein muss. Es ist z.B. gut denkbar weitere analytische Prozesse wie das Kundenscoring oder das Kundenprofiling, auf die Zuweiser anzuwenden und in die Prozesslandkarte zu integrieren. Trotzdem ist eine Verwendung für weiterführende Arbeiten auf informationstechnischer Ebene denkbar. Weiter ist die Nutzung der Begriffe des Zuweisermarketings und des Zuweisermanagements in der Literatur leicht verwirrend, da ersteres sich auf die Akquisition und Bindung von Zuweiser beschränkt, also ohne Rückgewinnung und somit ohne Betrachtung des gesamten Kundenlebenszyklus wie im CRM üblich, und letzteres dasselbe unter Einsatz eines Portals meint. Daher wird in dieser Arbeit mit Zuweisermanagement das Management der Beziehungen zu den Zuweisern über den gesamten Kundenlebenszyklus hinweg verstanden, wobei ein Zuweiserportal ein hilfreiches Werkzeug dafür darstellt, aber nicht zwingend Voraussetzung ist.

In Zukunft muss sich also jeder Leistungserbringer im Gesundheitswesen fragen, wie viel er in die Betreuung von Zuweisern investieren will. Das Studium von Praxisbeispielen sowie von

Zuweiserezufriedenheitsbefragungen hat aber auch gezeigt, dass nicht unbedingt kostspielige Massnahmen notwendig sind, um die Beziehung zu Zuweisern zu verbessern. Mit geringen Mitteln kann ausserordentlich viel bewegt werden. Es war interessant festzustellen, dass Zuweiser und Leistungserbringer bis anhin anscheinend wenig miteinander über einen Patienten kommunizieren. Vielfach reichen einfache kommunikative Massnahmen wie die Erreichbarkeit von Ansprechpartnern oder Verlängerung der Sprechzeiten, um die Beziehung entscheidend zu stärken. Auch die Rücküberweisung des Patienten sowie das zeitnahe Verschicken des Arztbriefes und sogar die Mitteilung eines Todesfalls scheinen keine Selbstverständlichkeit zu sein. Für schnelle und reibungslose Prozesse empfehlen sich z.B. Manuals oder die Erstellung von Behandlungspfaden, denn in der Optimierung der Prozesse zwischen Zuweiser und Leistungserbringer im Gesundheitswesen liegen zukünftig die wettbewerbsentscheidenden Differenzierungsmerkmale.

Diese Arbeit liefert insgesamt die Erkenntnis, dass die Übertragung eines betriebswirtschaftlichen Konzepts wie das CRM auf Leistungserbringer im Gesundheitswesen theoretisch möglich ist, praktisch aber sicherlich verschiedenste Hürden menschlicher Natur zu bewältigen sind. Schliesslich dreht sich bei CRM alles um zwischenmenschliche Beziehungen, die sowohl aus emotionalen als auch aus rationalen Gründen eingegangen werden.

## 6. LITERATUR

- [1] Arnold, A. (2008). Marketing. In: Schmidt-Rettig, B. & Eichhorn, S. (2008). *Krankenhaus-Managementlehre: Theorie und Praxis eines integrierten Konzepts*, S.521-581. Stuttgart: Kohlhammer
- [2] Bayer, W., Reichelt, H. & Viefhues, H. (1983). *Bestimmungsgünde der Krankenhauswahl*. Bochum: Institut für Sozialmedizin der Ruhr-Universität Bochum
- [3] Behar, B.-I. & Wichels, R. (2009). Einweisermanagement in Gesundheitsnetzwerken – Ein schmaler Grat zwischen Kooperation und Wettbewerb. In: Amelung, V.-E., Sydow, J. & Windeler, A. (2009). *Vernetzung im Gesundheitswesen*, S.349-368. Stuttgart: Kohlhammer Verlag
- [4] Braun, G.E. & Nissen, J. (2005). Die Bedeutung der Einweiserzufriedenheit für Krankenhäuser und ihre erfolgreiche Messung. *Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement*; 10, S.376-384
- [5] Brinkmann, A. (2007). *Niedergelassene Ärzte als Kunden des Krankenhauses – eine empirische Untersuchung der Determinanten von Einweiserzufriedenheit*. Dissertation der Universität Köln. Köln: Medizinische Fakultät der Universität zu Köln
- [6] Bundesamt für Statistik [BFS]. (2007). *Kosten des Gesundheitswesens nach Leistungserbringern*. Gefunden am 28.03.10 unter <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/14/05/blank/key/leistungserbringer.html>
- [7] Döbelstein, T. (2007). Erreichbarkeit und schnelle Prozesse zeichnen gute Krankenhäuser aus. Ergebnisse einer repräsentativen Einweiserbefragung. In: *f+w 1/2007 24.Jahrgang*, S.22-26. Gefunden am 18.03.10 unter [http://www.zuweiser.de/IGV/Downloads/Produktinformationen/Studie\\_fw\\_01\\_%202007.pdf](http://www.zuweiser.de/IGV/Downloads/Produktinformationen/Studie_fw_01_%202007.pdf)
- [8] Dous, M. (2007). *Kundenbeziehungsmanagement für interne IT-Dienstleister - Strategischer Rahmen, Prozessgestaltung und Optionen für die Systemunterstützung*. Dissert. der Universität St.Gallen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag
- [9] Eisenrich, T. (2007). Zuweisermarketing in Rehabilitationseinrichtungen. In: Sassen, S. & Franz M. (Hrsg.), *Zuweisermarketing und sektorenübergreifende Kommunikation*, S.1-38. Heidelberg: Economica Verlag
- [10] Finsterwalder, J., Reinecke, S., Tomczak, T. & Stadelmann, M. (2003). Erschliessen und Ausschöpfen von Kundenpotentialen durch Customer Relationship Management (CRM). In: Payne, A. & Rapp, R. (2003). *Handbuch Relationship Marketing* (2.Aufl.), S.361-383. München: Franz Vahlen Verlag
- [11] Finsterwalder, J. & Reinecke, S. (2003). Ist Customer Relationship Management „besseres Marketing“? In: Stadelmann, M., Wolter, S., Tomczak, T. & Reinecke, S. (2003). *Customer Relationship Management*, S.39-43. Zürich: Orell Füssli
- [12] Hippner, H. & Wilde, K.-D. (2006). *Grundlagen des CRM – Konzepte und Gestaltung*. Wiesbaden: Gabler Verlag
- [13] Jungblut-Wischmann, P. (2000). Allgemeine Kundenerwartungen. In: P. Eichhorn, H.-J. Seelos & J.-M. Graf von der Schulenburg (Hrsg.), *Krankenhausmanagement*, S.683-694. München, Jena: Urban & Fischer Verlag
- [14] Krol, B. (2007). Kundenbindung durch Kommunikation. In: Sassen, S. & Franz M. (Hrsg.), *Zuweisermarketing und sektorenübergreifende Kommunikation*, S.55-77. Heidelberg: Economica Verlag
- [15] Maier, E., Reimer, U., Guttormsen, S. & Zimmermann, Ph. (2010). SEMPER. A Web-Based Support System for Patient Self-Management. In: *Proc. 23rd Bled eConference, June 20 - 23, 2010*, Bled, Slovenia
- [16] Meli, C. (2001). *Horizontale und vertikale Konzentrationsprozesse bei den Leistungserbringern in Gesundheitssystemen. Internationale Vergleichsstudie. Lizentiatsarbeit der Universität Bern*. Gefunden am 28.03.10 unter <http://www.iop.unibe.ch/lehre/paemierte-Liz/Liz-Meli-Carolina.pdf>
- [17] Ochsenbauer, T. & Schiller, M. (2009). Elektronische Überweisung und elektronische Arbeitsunfähigkeitsmeldung. In: *Soziale Sicherheit Nr. 7/8 2009*, S.358-362. Gefunden am 05.03.10 unter [http://www.chipkarte.at/mediaDB/563726\\_SOSI\\_e%C3%9Cberweisung%20und%20eAUM.pdf](http://www.chipkarte.at/mediaDB/563726_SOSI_e%C3%9Cberweisung%20und%20eAUM.pdf)
- [18] Papenhoff, M. & Platzköster, C. (2010). *Marketing für Krankenhäuser und Reha-Kliniken*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag
- [19] Rhiner, R. (2004). *Entwicklung eines Messinstruments zur Beurteilung der Zufriedenheit der Zuweiser mit der stationären Dienstleistung eines Akutspitals*. Master-These im Rahmen des interuniversitären Nachdiplomstudiums Public Health der Universitäten Basel, Bern und Zürich
- [20] Salfeld, R., Hehner, S. & Wichels, R. (2009). *Modernes Krankenhausmanagement. Konzepte und Lösungen* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer Verlag
- [21] Sassen, S. & Franz, M. (2007). Grundlagen des Zuweisermarketings – Methoden und Instrumente in der Zuweiserkommunikation. In: Sassen, S. & Franz, M. (Hrsg.), *Zuweisermarketing und sektorenübergreifende Kommunikation*, S.1-38. Heidelberg: Economica Verlag

- [22] Scheer, A.-W., Jost, W. & Wagner, K. (2005). *Von Prozessmodellen zu lauffähigen Anwendungen*. Heidelberg: Springer Verlag
- [23] Schmelzer, H.-J. & Sesselmann, W. (2006). *Geschäftsprozessmanagem. in der Praxis*. München: Carl Hanser Verlag
- [24] Schumacher, J. & Meyer, M. (2004). *Customer Relationship Management strukturiert dargestellt - Prozesse, Systeme, Technologien*. Berlin: Springer Verlag
- [25] Sisignano, A. (2008). *Managem. und Kommun.. Erfolgsstrategien für die Klinik der Zukunft*. München: CW Haarfeld
- [26] Thill, K.-D. (2010). *Einweisermarketing für Krankenhäuser. Niedergelassene Ärzte professionell gewinnen und binden*. Wiesbaden: Gabler / GWV Fachverlage GmbH
- [27] Universitätsklinikum Freiburg. (2010). *Einweiserportal*. Gefunden am 23.03.2010 unter <http://www.uniklinik-freiburg.de/konzept2010/live/Projekt/Einweiserportal.html>
- [28] Zarnekow, R. (2005). *Kernelemente einer Produktionswirtschaftslehre für ITDienstleistungsbetriebe*. St.Gallen: Habilitation der Universität St. Gallen

# Flexibilität in Business Process Management Systemen durch Case-based Reasoning

Andreas Pichler  
Gebrüder Weiss GmbH  
Friedrich-Schindler-Straße 12  
A-6922 Kennelbach  
+43 / 5574 / 696 - 1404  
pichler.andreas@gw-world.com

## ZUSAMMENFASSUNG

Business Process Management Systeme sind in der Lage standardisierte Prozesse mit einer Vielzahl an Prozessinstanzen weitgehend autonom auszuführen und zu überwachen. Den Prozessen zugrunde liegen definierte Prozessmodelle, in denen in einer Prozessmodellierungssprache festgelegt ist, wie der Prozessablauf im Einzelnen aussieht. Da es selten möglich ist, alle denkbaren Ereignisse in einem Prozessmodell festzuhalten, kann der so definierte Prozess auf manche Ereignisse nicht in adäquater Weise reagieren. Andererseits existieren mit dem Supply Chain Event Management und dem Case-based Reasoning Methoden, um fallbasiert auf Ereignisse reagieren zu können.

Die vorliegende Arbeit kombiniert diese Konzepte so, dass sich daraus ein Architekturmodell und ein Ablaufmodell für ein dynamisches Business Process Management System ergibt. Dieses System verwendet als Basis standardisierte Prozesse und steuert mittels Case-based Reasoning die Behandlung auftretender Ereignisse. Für den internen Ablauf eines solchen Systems dient das 4R-Modell des Case-based Reasoning als Basis und wird zu einem 6R-Modell erweitert.

## Schlüsselwörter

Business Process Management, Business Process Management Systeme, Supply Chain Event Management, Case-based Reasoning.

## 1. EINLEITUNG

Die Entwicklung von Informationssystemen war und ist in den vergangenen Jahren durch drei eindeutige Trends gekennzeichnet. Die Programmierung von Applikationen wird zunehmend abgelöst durch die Assemblierung von vorgefertigten Modulen zu immer neuen Applikationen. Die Datenorientierung von Informationssystemen wird zunehmend ersetzt durch eine Prozessorientierung. Und zuletzt entfernt sich die Softwareentwicklung immer mehr von einem umfänglichen,

antizipativen Design und bewegt sich hin zu einem organischen Wachstum und kontinuierlichen Redesign von Informationssystemen. [1] [2] [3]

Diesen Trends wird im Besonderen durch die Entwicklung von Business Process Management Systemen (BPMS) Rechnung getragen, die sich der betrieblichen Prozesse bewusst sind und deren Ausführung unterstützen. Sie lassen sich daher definieren als generische Softwaresysteme, die von expliziten Prozessdesigns angetrieben werden um operationale Unternehmensprozesse auszuführen und zu verwalten. [1]

Für viele Unternehmen ist die reine Prozessverwaltung, Ausführung und Überwachung allerdings nicht ausreichend. Vielmehr ergibt sich immer öfter die Forderung nach einer schnellen Anpassbarkeit von Prozessinstanzen durch berechnete Anwender, der möglichen Abweichung von vordefinierten Prozessmodellen und der einfachen Adaption der zugrunde liegenden Prozessmodelle [4]. Dies führt zwangsläufig zu einem Dilemma in der Konzeption von BPMS. Einerseits sollen standardisierte Prozessmodelle als Basis für die Prozessausführung herangezogen werden. Andererseits sollen die Prozessinstanzen nach Bedarf an besondere Anforderungen angepasst werden können. Daraus sollen zugleich Rückschlüsse auf eine generelle Adaption der zugrunde liegenden Prozessmodelle abgeleitet werden [5].

Die vorliegende Arbeit zeigt auf, dass sich dieses Dilemma durch die Kombination eines BPMS mit einer Case-based Reasoning (CBR) Engine und die Anwendung des Konzepts des Supply Chain Event Managements (SCEM) lösen lässt. Das BPMS verfügt über definierte Prozessmodelle und kann diese durch Instanziierung eines Prozessmodells ausführen. Über das SCEM werden Ereignisse, die während der Ausführung einer Prozessinstanz auftreten, erkannt und weiter behandelt. Die Prozessinstanz, das zugrunde liegende Prozessmodell und das aufgetretene Ereignis dienen dann als Basis, um in der Falldatenbank der CBR-Software nach vergleichbaren Fällen aus der Vergangenheit zu suchen, die damals angewandten Lösungen zu extrahieren und auf den vorliegenden Fall anzuwenden.

Diese Arbeit gliedert sich wie folgt: In Kapitel 2 werden die Konzepte des BPMS, des CBR und des SCEM eingeführt und erläutert. Kapitel 3 zeigt auf, wie solch ein BPMS technisch mit einer CBR-Engine kombiniert werden kann, bevor in Kapitel 4 das 6R-Modell eines BPMS mit CBR-Engine eingeführt wird. Kapitel 5 fasst die Erkenntnisse zusammen und zeigt Ansatzpunkte für zukünftige Arbeiten zu diesem Thema auf.



## 2. KONZEPTE

Relevant für die in Kapitel 3 und 4 vorgeschlagenen Modelle sind drei Konzepte: Business Process Management Systeme, (Supply Chain) Event Management und Case-based Reasoning. Das BPMS bildet die Basis für die Modellierung, Ausführung und Überwachung von Prozessen. Das SCEM zeigt Wege und Möglichkeiten auf, wie auf Ereignisse während der Ausführung von Prozessinstanzen reagiert werden kann. Beide zusammen liefern die Eingaben für das CBR, welches anhand der Prozessinstanz, des Prozessmodells und des eingetretenen Ereignisses nach vergleichbaren Fällen sucht und die gefundenen Lösungen auf den aktuellen Fall anwendet.

### 2.1 Business Process Management Systeme

Ein BPMS deckt im Gegensatz zu einem Workflowsystem den gesamten Bereich des Prozessmanagements in einem Unternehmen ab. Das heißt, das System erlaubt es dem Anwender, die unternehmerischen Prozesse in einer Prozesssprache zu modellieren, und ist gleichzeitig in der Lage, die modellierten Prozesse auszuführen, zu verwalten und zu überwachen [6]. Es sind daher verschiedene Komponenten in einem BPMS notwendig, die diese Aufgaben erfüllen (vergl. Abbildung 1).

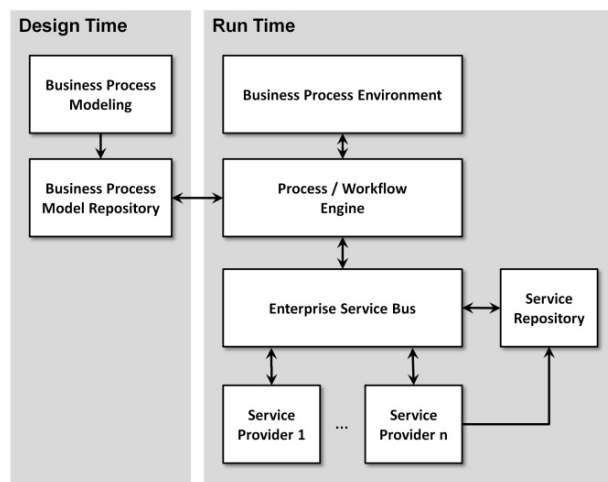


Abbildung 1: Modell eines BPMS kombiniert mit einer Serviceorientierten Architektur [6] [7]

Es gilt grundsätzlich zwei Bereiche zu unterscheiden: Den Bereich der Design Time und den Bereich der Run Time. Im Bereich der Design Time werden Prozesse durch die Anwender modelliert und anschließend in einem Repository gespeichert. Es wird also zu einem Zeitpunkt vor der Ausführung des Prozesses sein Design in Form eines Modells festgelegt. Im Bereich der Run Time gelangen die modellierten Prozesse dann zur Ausführung, wenn sie im Zuge der operativen Arbeit im Unternehmen benötigt werden. Damit deckt das System die Phasen Design & Analyse, Konfiguration und Ausführung aus dem Lebenszyklusmodell von Weske [6] ab. Die Überwachung und Bewertung der Prozesse kann anhand der gewonnenen Daten aus Prozessmodellierung und Prozessausführung als abschließende Phase im Lebenszyklus erfolgen.

Der Vorteil der Verwendung einer Serviceorientierten Architektur (SOA) in einem BPMS liegt in der damit verbundenen Flexibilität. Über den Enterprise Service Bus (ESB) steht eine

standardisierte Kommunikationsschicht zur Verfügung. Services registrieren sich im Service Repository und werden über den Enterprise Service Bus aufgerufen, wenn sie benötigt werden [7]. Ändert sich etwas an einem Service oder wird ein Service durch einen neuen Service ersetzt, registriert sich der neue Service im Service Repository. Alle folgenden Aufrufe werden dann an den neuen Service weitergeleitet. An den Schnittstellen und den Geschäftsprozessen sind keine Anpassungen notwendig, wenn sich Services ändern. Es findet damit eine klare Trennung zwischen der Ablauflogik (den Unternehmensprozessen) und der Ablaufsteuerung (den Serviceaufrufen) statt. [8]

In vielen Fällen soll es in einem BPMS allerdings auch möglich sein, die Prozessinstanzen während der Laufzeit anzupassen, wenn etwa ein besonderes Ereignis aufgetreten ist, auf das im normalen Prozessablauf nicht reagiert werden kann. Lu et. al. schlagen dafür ein erweitertes BPMS-Konzept vor. Aus der Prozessausführung und der Prozessdiagnose heraus lassen sich Instanzen eines Prozesses adaptieren wenn dies notwendig wird. Diese Prozessadaptionen können dann auch Informationen für allgemeine Prozessverbesserungen liefern [5]. Werden etwa bei einem Prozess immer wieder dieselben Änderungen vorgenommen, dann empfiehlt sich in vielen Fällen eine Anpassung oder Erweiterung des zugrunde liegenden Prozessmodells.

### 2.2 Supply Chain Event Management

Unter dem Begriff des Supply Chain Event Managements wird die aktive Überwachung von Wertschöpfungsketten sowie das Management von auftretenden Störungen innerhalb dieser Ketten verstanden [9]. Es lassen sich dabei drei zentrale Funktionen des SCEM identifizieren [9]:

**Monitoring:** Die zeitnahe Verwaltung, Visualisierung und Darstellung aller Transaktionen der Wertschöpfungskette, mit dem Ziel, die Überwachung und Verfolgung des gesamten Prozesses sicher zu stellen.

**Track & Trace:** Die informationstechnische Abbildung des gesamten Prozesses von der ersten bis zur letzten Aktivität, sowie die regelmäßige Meldung des Prozessfortschritts.

**Alert Management:** Wenn Störungen innerhalb des Prozesses auftreten bzw. es zu Abweichungen zwischen dem definierten Soll und dem Ist kommt, erfolgt eine Warnung an die verantwortlichen Prozessanwender.

Das SCEM bietet dabei eine Fülle an operativen Nutzungsmöglichkeiten im betrieblichen Umfeld, die von der Statusverfolgung von Kundenaufträgen über das Management kollaborativer, unternehmensübergreifender Prozesse bis hin zur Prozessdokumentation reichen [10]. Zwar bezieht sich das SCEM auf Wertschöpfungsketten in Unternehmen, diese können aber im breiteren Kontext als eine Spezialklasse von Unternehmensprozessen angesehen werden. Für den Anwendungsfall des flexiblen Prozessmanagements soll daher das Konzept des SCEM für Unternehmensprozesse allgemein angewendet werden.

Von besonderer Bedeutung ist das Alert Management, da es im Zuge der Ausführung von Prozessinstanzen dazu verwendet werden kann, um Abweichungen vom Soll des Prozesses anzuzeigen. Erst wenn durch das Alert Management eine Störung festgestellt wurde, kann mittels des CBR nach einer Lösung gesucht und diese auf den Prozess angewendet werden.

## 2.3 Case-based Reasoning

Bei CBR handelt es sich um eine Methode aus der kognitiven Forschung, mit der neue Probleme gelöst werden können, indem Lösungen von vergleichbaren Fällen aus der Vergangenheit auf das neue Problem angewendet werden [11]. Da es sich um eine Methode handelt, ist CBR nicht von einer spezifischen Technologie abhängig und kann in verschiedensten Systemen zur Anwendung kommen, wenn darin der CBR-Ablauf abgebildet werden kann [12].

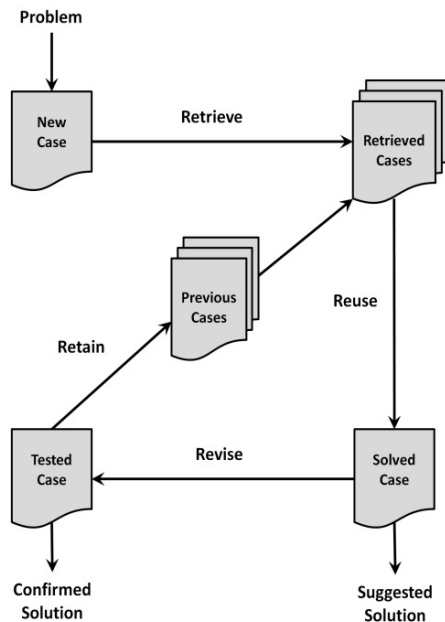


Abbildung 2: CBR-Prozess nach Aamodt und Plaza [13]

Ausgangspunkt für das CBR ist eine Falldatenbank, in der Fälle und ihre Lösungen gespeichert sind. Tritt nun ein neuer Fall auf, dann werden in der Falldatenbank Fälle mit vergleichbaren Eigenschaften gesucht. Es werden also Fälle aus der Vergangenheit ermittelt, die mit dem aktuellen Fall vergleichbar sind. Im zweiten Schritt wird dann versucht, die Lösung eines Falles aus der Vergangenheit auf das aktuelle Problem anzuwenden. Dazu muss die Lösung des vergangenen Falles eventuell noch an den neuen Fall angepasst werden. Nachdem die Lösung auf den neuen Fall angewendet worden ist, kann der Erfolg der Lösung evaluiert werden. Sollte sich die Lösung als erfolgreich herausstellen, wird der neue Fall samt seiner Lösung der Falldatenbank hinzugefügt und das System ist um einen Fall reicher. Durch den letzten Schritt baut das System mit jedem erfolgreich gelösten Fall seine Wissensdatenbank weiter aus und kann damit in der Zukunft noch treffsicherer neue Fälle erkennen und lösen [14].

Der zugehörige Prozess, aufgrund der vier Funktionen Retrieve, Reuse, Revise und Retain auch als 4R-Prozess bezeichnet, stellt sich dar wie in Abbildung 2 festgehalten [13].

Generell kann zu CBR festgehalten werden [15]:

Ein Fall repräsentiert domänenspezifisches Wissen, welches an einen Kontext gebunden ist, und speichert dieses Wissen auf einer operationalen Ebene.

Fälle können in unterschiedlicher Form und Größe auftreten und verschieden große Zeitspannen umfassen. Sie verbinden dabei Lösungen mit Problemen, Ergebnisse mit Situationen oder beides.

Ein Fall speichert Erfahrungen, die von der Erwartung abweichen. Fälle, die es wert sind gespeichert zu werden, enthalten eine wertvolle Lektion.

Wertvolle Lektionen sind solche Lektionen, die einem Entscheider helfen, in der Zukunft ein oder mehrere Ziele zu erreichen, ihn vor Fehlschlägen bewahren oder auf unvorhergesehene Probleme aufmerksam machen.

Für die Anwendung in einem BPMS ist der Eintritt eines Ereignisses in der Instanz eines Geschäftsprozesses der Ausgangspunkt für die Ermittlung von ähnlichen Fällen. Es geht darum, basierend auf dem aktuellen Ausführungszustand der Prozessinstanz Lösungsmöglichkeiten zu ermitteln, die für denselben oder einen ähnlichen Prozess in einem vergleichbaren Ausführungszustand und für ein ähnliches Ereignis in der Vergangenheit bereits erfolgreich waren.

Minor et. al. [16] beschreiben den Prozess dazu folgendermaßen:

*„When a current workflow has to be adapted, it can be used as a query to the case base. The best matching cases are retrieved from the case base in a ranking induced by the similarity between the query and the problem part of the particular cases. The solution part of a case, that is, the adapted workflow revision, can be reused in order to change the query workflow.“* [16]

Um feststellen zu können, wie ähnlich sich zwei Fälle  $F$  und  $F'$  sind, müssen die Attribute  $f_i$  und  $f'_i$  paarweise miteinander verglichen werden. Dies kann über eine Ähnlichkeits- oder Distanzfunktion erreicht werden. Es wird dabei die Distanz zwischen den Attributen des aktuellen Falles  $F$  und eines Falles  $F'$  aus der Falldatenbank paarweise ermittelt und die Summe über die Distanzen aller Attributpaare gebildet. Um verschiedenen Attributen eine unterschiedliche Gewichtung zu geben, kann die Distanz zwischen zwei Attributen noch mit einer Gewichtung  $w$  multipliziert werden. Je ähnlicher sich zwei Fälle sind, umso kleiner ist die Distanz aller Attributpaare. Allgemein kann dies formuliert werden als

$$Sim(F, F') = \sum_{i=1}^n f(F_i, F'_i) \times w_i$$

wobei  $f(F_i, F'_i)$  eine beliebige Distanzfunktion für das Attributpaar  $i$  der Fälle  $Z$  und  $F$  mit der Gewichtung  $w_i$  ist. Bei irrelevanten Attributen kann die Gewichtung  $w_i$  auf 0 gesetzt werden, damit sie nicht in die Bewertung der Ähnlichkeit einfließen [12].

## 3. TECHNISCHE ARCHITEKTUR

In Kapitel 2.1 wurde erläutert, wie die Architektur eines BPMS aufgebaut werden kann (vergl. Abbildung 1). Diese Architektur soll nun aufgegriffen und adaptiert werden. Sie besteht im Wesentlichen aus zwei großen Bereichen: einem Designmodul (Design Time) und einem Laufzeitmodul (Run Time). Das Designmodul dient dem Entwurf von Prozessmodellen und deren Speicherung. Das Laufzeitmodul lädt die Prozessmodelle aus dem Repository des Designmoduls und führt diese aus, indem es je nach Prozessbeschreibung verschiedene Services über den Enterprise Service Bus aufruft. Alle verfügbaren Services sind in einem Service Repository verzeichnet. Wird ein Service durch

einen anderen ersetzt, dann wird das Service Repository entsprechend aktualisiert, die Prozessmodelle selbst müssen nicht angepasst werden. [6] [7]

Die dargestellte BPMS-Architektur verfügt allerdings über keine Möglichkeit, Prozesse während der Laufzeit zu adaptieren bzw. flexibel auf Ereignisse im Sinne eines Event Managements zu reagieren. Dafür müssen im BPMS entsprechende Funktionen zur Erkennung von Störungen und zur Anpassung von Prozessinstanzen vorgesehen und die Software um ein CBR-Modul erweitert werden. Tritt im Ablauf einer Prozessinstanz ein besonderes Ereignis auf, soll das Business Process Environment die Möglichkeit haben, in der Falldatenbank nach ähnlichen Vorkommnissen zu suchen und die damals verwendeten Aktionen auf das aktuelle Ereignis anwenden. Es sind daher einige Erweiterungen an der Architektur des BPMS notwendig (vergl. Abbildung 3).

### 3.1 Event Listener

Adaptionen einer Prozessinstanz werden dann notwendig, wenn in einem Prozess ein Ereignis eintritt, welches im definierten Prozessablauf nicht behandelt werden kann. Es wird daher ein Event Listener benötigt, der laufend alle eintreffenden Ereignisse überwacht und überprüft, welche Prozessinstanzen von diesem Ereignis betroffen sind. Ereignisse können dabei direkt aus einer Prozessinstanz heraus entstehen, wenn zum Beispiel eine Laufzeitüberwachung ausgelöst wird, weil die Ausführung einer Aktivität zu lange dauert. Ebenso kann ein Ereignis aber auch von außerhalb des BPMS kommen, wenn etwa eine Ressource einen Defekt meldet oder der Kunde neue Daten zum Auftrag übermittelt. Der Event Listener informiert bei Eintritt eines Ereignisses das Business Process Environment über das Ereignis und welche Prozessinstanzen davon betroffen sind. Das Business Process Environment entscheidet dann, was aufgrund dieses Ereignisses zu tun ist.

### 3.2 Case Engine

Kann ein Ereignis nicht im Zuge der normalen Prozessausführung behandelt werden, übergibt das Business Process Environment eine Beschreibung der Prozessinstanz und deren Ausführungszustand an die Case Engine des CBR-Moduls. Die Case Engine ermittelt aus der Falldatenbank, dem sogenannten Case Repository, ähnliche Fälle aus der Vergangenheit und deren Lösung. Die Lösungen werden dem Business Process Environment von der Case Engine zur Verfügung gestellt. Das Business Process Environment kann dann entweder die am besten passende Lösung automatisch auf die Prozessinstanz anwenden oder mehrere Lösungen einem Anwender zur Entscheidung vorlegen. Konnte das aktuelle Ereignis durch die vorgeschlagene Lösung behoben werden, wird eine Beschreibung der Prozessinstanz, deren Ausführungszustand, eine Beschreibung des Ereignisses und der verwendeten Lösung im Case Repository gespeichert.

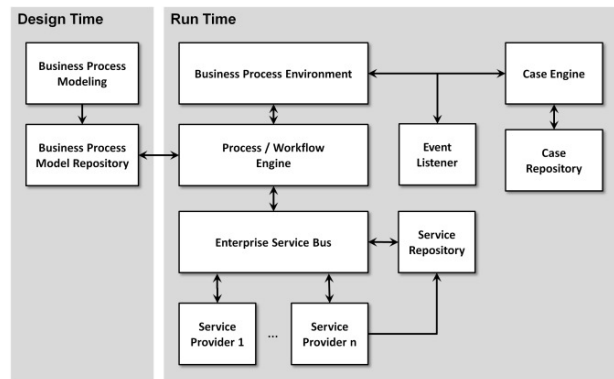
### 3.3 Case Repository

Eine Datenbank aller Fälle, die von der Case Engine verwaltet werden. Die Fallbeschreibung besteht aus einem Prozessmodell, einer Zustandsbeschreibung des Prozessmodells, einer Beschreibung des auslösenden Ereignisses und der verwendeten Lösung.

Zudem ist eine funktionale Erweiterung des Business Process Environment bzw. der Process Engine notwendig. Damit auf ein Ereignis flexibel reagiert werden kann, muss das Business Process

Environment in der Lage sein, in Ausführung befindliche Prozessinstanzen zur Laufzeit zu adaptieren. Zum Beispiel sollen zusätzliche Aktivitäten zu einer Prozessinstanz hinzugefügt oder gelöscht werden. Erst wenn diese Voraussetzungen geschaffen sind, kann die neue Architektur funktionieren.

Kombiniert man nun die oben beschriebene Architektur mit dem Event Listener, der Case Engine und dem Case Repository und erweitern die Funktionalität des Business Process Environment und der Process Engine um die Möglichkeiten der Prozessadaptierung, dann erhält man eine Architektur, wie sie in Abbildung 3 dargestellt ist.



**Abbildung 3: Architektur eines BPMS mit Ereignissteuerung und CBR**

Die neuen Module müssen direkt an das Business Process Environment angeschlossen sein, da sie ihm die Möglichkeit geben, während der Ausführung einer Prozessinstanz dynamisch auf Events zu reagieren, indem die Prozessinstanz adaptiert wird. Etwa durch das Einfügen zusätzlicher Arbeitsschritte, durch das Adaptieren bestehender Arbeitsschritte, durch das Löschen von Arbeitsschritten oder den Austausch des Prozessmodells als Ganzes. Diese Eingriffe sind in verschiedenen Phasen der Prozessausführung möglich und eröffnen damit breitgefächerte Möglichkeiten zur Dynamisierung des Prozessmanagements.

### 3.4 Exception Handling

Ausgangspunkt für jede Fallbehandlung ist das Business Process Environment, da es die Ausführung der einzelnen Prozessinstanzen durch die Process Engine steuert. Wenn vom Event Listener ein Ereignis empfangen wird, dann muss das Business Process Environment entscheiden, wie es mit dem Ereignis umgeht. Dies hängt zunächst einmal primär von der Art des Ereignisses ab. Es lassen sich dabei fünf Kategorien von Ereignissen unterscheiden [17]:

**Work Item Failure:** Ein Work Item, also eine Aktivität im Prozess, kann nicht mehr weiter ausgeführt werden. Dies kann sich zum Beispiel in einem Abbruch durch den Anwender oder einem Hard- oder Softwarefehler äußern.

**Deadline Expiry:** Für eine oder mehrere Aktivitäten im Prozess kann ein Zeitlimit definiert werden. Das Zeitlimit gibt an, bis wann die Aktivität abgeschlossen sein sollte. Wird das Zeitlimit vor Abschluss der Aktivität erreicht, wird ein Ereignis ausgelöst.

**Resource Unavailability:** Aktivitäten sind in der Regel Ressourcen zugeordnet, die für die Ausführung der Aktivität verantwortlich sind. Dies können sowohl Anwender als auch technische Systeme sein. Ein Problem kann auftreten, wenn bei

der Zuordnung von Aktivitäten zu Ressourcen keine passende Ressource zur Verfügung steht oder wenn die Ressource während der Prozessausführung ausfällt.

**External Trigger:** Andere Prozesse, externe Systeme und Anwender können ebenfalls den Eintritt eines Ereignisses signalisieren. Speziell diese Ereignisse lassen sich schwer während des Entwurfs eines Prozessmodells vorhersehen und spielen daher eine wesentliche Rolle bei der flexiblen Behandlung von Prozessinstanzen.

**Constraint Violation:** Bei Constraints handelt es sich um Randbedingungen des Prozesses im Bezug auf die Aktivitäten, den Datenfluss oder die verknüpften Ressourcen, die eingehalten werden müssen um den konsistenten Ablauf und die Integrität des Prozesses sicherzustellen. Dies können etwa Regeln sein, die definieren in welcher Reihenfolge bestimmte Aktivitäten des Prozesses ausgeführt werden müssen und bei Verletzung dieser Regel ein Ereignis auslösen.

Tritt nun ein Ereignis aus einer dieser fünf Kategorien auf, dann gibt es im Rahmen des Supply Chain Event Management verschiedene Möglichkeiten, darauf zu reagieren [18]:

**Repair:** Eine Störung im Prozess wird durch einen direkten Eingriff in den aktuellen Arbeitsschritt der Prozessinstanz gelöst.

**Reschedule:** Die noch nicht ausgeführten Arbeitsschritte der Prozessinstanz werden neu geplant.

**Replan:** Die gesamte Prozessinstanz wird neu geplant, wenn ein Repair oder Reschedule nicht möglich ist. Es können zum Beispiel Teile der Prozessinstanz, die noch nicht ausgeführt wurden, durch andere Arbeitsschritte ersetzt werden.

**Learn:** Ist eine Korrektur der Prozessinstanz nicht möglich, dann können aus der Ausführung zumindest Lehren für die Zukunft gewonnen werden. Diese können zu einem späteren Zeitpunkt zum Beispiel als Basis für eine Prozessoptimierung oder ein Prozess Reengineering herangezogen werden.

Während es beim Repair und beim Reschedule nur zu Eingriffen in die Eigenschaften einzelner Prozessschritte oder eines Teils der Prozesskette kommt, wird bei Replan die gesamte Prozessinstanz angepasst. Bei der vierten Eingriffsmöglichkeit, dem Learn, geht es nicht mehr um die Anpassung einer einzelnen Prozessinstanz sondern um ein generelles Lernen aus Ereignissen. Treten zum Beispiel immer wieder dieselben Ereignisse an derselben Stelle in einem Prozess auf, dann können daraus Rückschlüsse auf das zugrunde liegende Prozessmodell gemacht werden. Dies kann zu einer Änderung oder einem Austausch des Prozessmodells führen, damit in Zukunft besser auf das Ereignis reagiert werden kann oder das Ereignis ganz vermieden wird.

Für den Eingriff in eine Prozessinstanz zum Zweck der Störungsbehebung stehen verschiedene Adaptionismuster zur Verfügung, die von Weber et. al. vorgeschlagen wurden [19]. Diese Adaptionismuster beschreiben, wie ein Prozess bei Bedarf adaptiert werden kann. Für eine umfängliche Anpassbarkeit der Prozesse im BPMS werden allerdings weitere Adaptionismöglichkeiten benötigt. Zum einen muss auf der Ebene der Prozessaktivität eine Eingriffsmöglichkeit bestehen. Es soll möglich sein, dass die Daten der Aktivität und die Ressourcen angepasst werden können oder die Eigenschaften der Aktivität adaptierbar sind. Die Aktivitäten müssen zudem neu gestartet, abgebrochen oder abgeschlossen werden können. Zum anderen soll es auf Prozessebene möglich sein, im Falle einer Neuplanung des gesamten Prozesses das Prozessmodell gegen ein anderes

auszutauschen. Es ergibt sich damit eine Liste an möglichen Eingriffsoptionen, wie sie in Tabelle 1 dargestellt sind.

**Tabelle 1: Möglichkeiten der Adaption eines Prozesses**

	Aktivität	Teilprozess	Prozess
Aktivität reparieren			
Daten hinzufügen / ändern / löschen	✓		
Ressourcen hinzufügen / ändern / löschen	✓		
Aktivität neu starten	✓		
Aktivität abbrechen	✓		
Aktivität abschließen	✓		
Prozess anpassen			
Prozessfragment einfügen		✓	
Prozessfragment löschen		✓	
Prozessfragment verschieben		✓	
Prozessfragment ersetzen		✓	
Prozessfragment tauschen		✓	
Subprozess extrahieren		✓	
Subprozess einfügen		✓	
Prozessfragment in Schleife einbetten		✓	
Prozessfragment parallelisieren		✓	
Prozessfragment in Bedingung einbetten		✓	
Abhängigkeit hinzufügen		✓	
Abhängigkeit entfernen		✓	
Bedingung anpassen		✓	
Prozessmodell anpassen			
Prozessmodell austauschen			✓

Damit sind nun die möglichen Arten von Ereignissen bekannt [17] sowie die Möglichkeiten, wie auf diese Ereignisse reagiert werden kann [18]. In diesem Kapitel wurde bereits gezeigt, welche Erweiterungen an der BPMS-Architektur notwendig sind, um sie um ein CBR-Modul zu erweitern. Kombiniert man nun die Architektur mit der Methode des CBR, den möglichen Ereignissen und den Reaktionsmöglichkeiten, dann erhält man ein Modell für die Interaktion des BPMS mit dem CBR-Modul. Im folgenden Kapitel wird dargestellt, wie dieses Modell im Detail aussieht.

## 4. 6R-MODELL

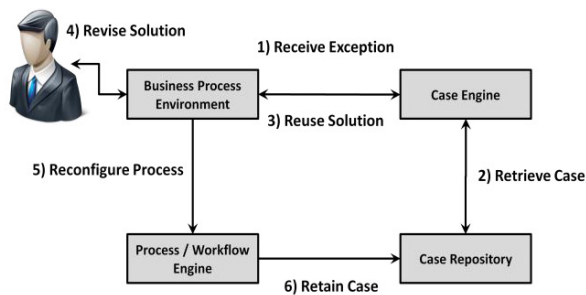
Das Modell der Interaktion zwischen dem BPMS, speziell des Business Process Environment, und der CBR-Engine, orientiert sich am 4R-Modell des CBR, welches bereits in Kapitel 2.3 erläutert wurde. Das Modell kann zu einem 6R-Modell erweitert werden, um den spezifischen Anforderungen im Kontext des Prozessmanagements zu genügen und die Interaktionen zwischen dem BPMS und der CBR-Engine zu beschreiben.

Die Interaktion gliedert sich in sechs dezidierte Schritte, die das 6R-Modell ausmachen:

**Receive Exception:** Das Business Process Environment wird vom Event Listener über das Auftreten eines Ereignisses informiert.

Das Business Process Environment entscheidet, ob das Ereignis im Rahmen des definierten Prozessablaufs der betroffenen Prozessinstanz erledigt werden kann. Ist dies nicht der Fall, dann wird eine Beschreibung der Prozessinstanz, deren Ausführungszustand und eine Beschreibung des Ereignisses an die Case Engine übermittelt.

**Retrieve Case:** Anhand der Beschreibung der Prozessinstanz, deren Ausführungszustands und der Beschreibung des Ereignisses ermittelt die Case Engine ähnliche Fälle aus der Vergangenheit aus dem Case Repository. Wie dies im Detail funktioniert, wird in Kapitel 4.1 eingehend erläutert. Die Fälle aus dem Case Repository enthalten jeweils eine Beschreibung der Lösung, die in der Vergangenheit angewendet wurde. Es handelt sich dabei um eine oder mehrere der Adaptionsmöglichkeiten der Prozessinstanz (vergl. Tabelle 1).



**Abbildung 4: Interaktion zwischen dem BPMS und der Case Engine**

**Reuse Solution:** Die möglichen Lösungen, die aus dem Case Repository ermittelt wurden, werden von der Case Engine an das Business Process Environment übergeben. Das Business Process Environment entscheidet nun anhand definierter Regeln, ob die am besten passende Lösung automatisch auf die Prozessinstanz angewendet wird oder ob ein Anwender entscheiden soll, welche Lösung verwendet wird. Ist eine Überprüfung durch den Anwender notwendig, wird der Schritt „Revise Solution“ ausgeführt, andernfalls wird mit „Reconfigure Process“ fortgefahren.

**Revise Solution:** Ein Anwender wird über das Vorliegen eines Ereignisses informiert. Gleichzeitig präsentiert ihm das BPMS die Lösungsvorschläge, die aus dem Case Repository ermittelt wurden. Der Anwender kann nun entscheiden, welche Lösung auf den vorliegenden Fall angewendet werden soll. Ist der Anwender mit keiner der vorgeschlagenen Lösungen einverstanden, kann er entweder eine neuerliche Ermittlung ähnlicher Fälle aus der Vergangenheit durch die Case Engine veranlassen oder selbst eine Lösung erfassen.

**Reconfigure Process:** Die ermittelte Lösung wird auf den aktuellen Fall, die betroffene Prozessinstanz, angewendet. Die Anpassung kann von einer Änderung an der aktuellen Aktivität bis hin zu einem Neustart des Prozesses mit einem anderen Prozessmodell reichen. Die vorgenommenen Anpassungen sind eine Kombination aus den Anpassungsmöglichkeiten, die bei Prozessschritt 2 angeführt wurden.

**Retain Case:** Wenn die Lösung erfolgreich auf die Prozessinstanz angewendet werden konnte, dann wird eine Beschreibung der Prozessinstanz, deren Zustand zum Zeitpunkt des Ereigniseintritts und die Lösung an das Case Repository übergeben und

abgespeichert. Wenn in Zukunft ein ähnlicher Fall auftritt, kann die Lösung des aktuellen Falls dort wieder verwendet werden.

Von besonderer Bedeutung sind in diesem Ablauf zwei Punkte: Die Ermittlung ähnlicher Fälle aus dem Case Repository und die Adaption der Prozessinstanz.

## 4.1 Ähnlichkeitsfunktion

Der Vergleich zweier Fälle erfolgt immer über deren Charakterisierung. Es wird dazu über eine Ähnlichkeitsfunktion verglichen, inwieweit die Charakterisierungsteile der beiden Fälle übereinstimmen. Die allgemeine Form einer Ähnlichkeitsfunktion wurde bereits in Kapitel 3.4 erläutert und sieht folgendermaßen aus:

$$Sim(C, C') = \sum_{i=1}^n f(p_i, p'_i) \times w_i$$

Es werden dabei paarweise die einzelnen Attribute der Charakterisierungsteile  $C$  und  $C'$  verglichen, um die Ähnlichkeit der beiden Fälle ermitteln zu können. Je ähnlicher sich der Fall aus der Falldatenbank und der aktuelle Fall sind, umso besser wird das Ergebnis der Ähnlichkeitsfunktion  $Sim(C, C')$  sein.

Für den Fall einer Prozessinstanz in der ein Ereignis oder eine Störung auftrat, ist die Beschreibung des Charakterisierungsteils nicht mehr so einfach möglich. Die Charakterisierung des aktuellen Falls muss über eine Beschreibung der Prozessinstanz, deren Ausführungszustand und eine Beschreibung des Ereignisses mit Fällen aus der Falldatenbank des CBR verglichen werden.

Wie dies in der Praxis funktionieren kann, soll hier exemplarisch anhand einer Prozessbeschreibung mittels Petri-Netzen illustriert werden:

**Definition 1:**  $WN$  ist ein Petri-Netz mit  $(P, T, F)$ , für das gilt:

$P$  ist die Menge der Plätze. Ein Platz stellt einen Status des Prozesses dar.

$T$  ist die Menge der Transitionen. Eine Transition stellt einen Arbeitsschritt des Prozesses dar.

$F$  ist die Menge der Pfeile zwischen Plätzen und Transitionen, wobei  $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ . Die Pfeile geben die Abfolge der Stati und Arbeitsschritte des Prozesses vor.

$WN$  verfügt über einen Quellplatz  $i$  und einen Senkenplatz  $o$ , mit  $\bullet i = \emptyset$  und  $o \bullet = \emptyset$ .

Wenn eine Transition  $t^*$  zu  $WN$  hinzugefügt wird, die die Plätze  $i$  und  $o$  verbindet (mit  $\bullet t^* = \{o\}$  und  $t^* \bullet = \{i\}$ ), dann ist das resultierende Petri-Netz stark verknüpft.

Für alle Plätze  $p \in P$  gilt,  $M(p) \leq 1$ . Das Abfeuern einer Transition im Zustand  $M$  führt zu einem Zustand  $M'$ , bei dem  $(\forall p \in \bullet t) M'(p) = M(p) - 1 \wedge (\forall p \in t \bullet) M'(p) = M(p) + 1$

Zusätzlich wird der Ausführungszustand des Prozesses und eine Beschreibung des aufgetretenen Ereignisses benötigt. Daraus und aus dem Prozessmodell in Form eines Petri-Netzes lässt sich der Charakterisierungsteil des Falles konstruieren:

**Definition 2:** Der Charakterisierungsteil eines Falles ist ein Tupel  $C = (ID, WN, M, E)$ , für das gilt:

$ID$  ist die eindeutige Identifikation des Prozessmodells aus dem Business Process Model Repository, auf dem die Prozessinstanz basiert

$WN = (P, T, F)$  ist das CEW-Netz der Prozessinstanz mit den Plätzen  $P$ , den Transitionen  $T$  und den Pfeilen  $F$

$M = (m_1, m_2, \dots, m_n)$  ist der aktuelle Zustand des CEW-Netzes, mit  $M(p_i) = m_i$  als Zustand des Platzes  $p_i$

$E = (e_1, e_2, \dots, e_m)$  ist das aufgetretene Event, welches eine Anpassung oder Änderung der Prozessinstanz notwendig macht, mit den Eigenschaften  $e_1$  bis  $e_m$

Der Charakterisierungsteil besteht damit aus drei unterschiedlichen Teilen, die im Rahmen des CBR unterschiedlich behandelt werden müssen. Es bietet sich daher an, die drei Bereiche des Charakterisierungsteils getrennt mit den entsprechenden Teilen der Charakterisierung von Fällen aus der Falldatenbank zu vergleichen. Damit ergibt sich für die Ähnlichkeitsfunktion folgende, etwas umfangreichere Form:

$$\text{Sim}(C, C') = f(WN, WN') + g(M, M') + \sum_{j=1}^m h(e_j, e'_j) \times w_j$$

Die Funktionen  $f$ ,  $g$  und  $h$  können je nach Bedarf und Anforderung individuell gestaltet werden. Exemplarisch soll hier ein einfaches Beispiel für die Gestaltung dieser Funktionen erläutert werden, je nach Anwendungsfall muss aber eine spezielle Ähnlichkeitsfunktion entwickelt werden, die an die spezifischen Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens angelehnt ist.

**Funktion  $f$  (Vergleich der Prozessmodelle):** Über die Funktion  $f$  werden die beiden Petri-Netze miteinander verglichen. Hierfür können besonders einfach Mengenoperationen verwendet werden. Dazu wird die Funktion  $f$  in drei Teilfunktionen zerlegt:

$$f(WN, WN') = f_1(P, P') + f_2(T, T') + f_3(F, F')$$

wobei die drei Teilfunktionen jeweils die symmetrische Differenz der Menge der Plätze ( $P$  und  $P'$ ), der Transitionen ( $T$  und  $T'$ ) und der Pfeile ( $F$  und  $F'$ ) bilden und die Mächtigkeit der entstandenen Mengen, also die Anzahl der verbleibenden Elemente, ermitteln. Sind z.B. die Plätze in den Mengen  $P$  und  $P'$  identisch, dann ist die symmetrische Differenz der beiden Mengen leer und damit die höchstmögliche Ähnlichkeit gegeben (die symmetrische Differenz hat in diesem Fall die Mächtigkeit 0). Die Funktion  $f_1$  liefert für diesen Fall als Ergebnis also 0. Enthält die symmetrische Differenz dagegen Elemente, dann liefert die Funktion abhängig von der Anzahl der enthaltenen Elemente ein Ergebnis größer 0.

Die Teilfunktionen lassen sich daher charakterisieren als:

$$f_1(P, P') = |P \Delta P'|$$

$$f_2(T, T') = |T \Delta T'|$$

$$f_3(F, F') = |F \Delta F'|$$

Damit ergibt sich für die Funktion  $f$ :

$$f(WN, WN') = |P \Delta P'| + |T \Delta T'| + |F \Delta F'|$$

Liefert die Funktion  $f$  als Ergebnis 0, dann sind die beiden verglichenen Netze  $WN$  und  $WN'$  identisch, das heißt, sie enthalten dieselben Plätze, Transitionen und Pfeile.

**Funktion  $g$  (Vergleich der Ausführungszustände):** Über die Funktion  $g$  wird ermittelt, wie weit die Zustände  $M$  und  $M'$  der beiden Prozesse voneinander abweichen. Dabei werden die Funktionen  $M$  und  $M'$  nur auf jene Plätze  $P^*$  angewendet, für die gilt  $P^* = P \cap P'$ . Es werden im Vergleich also nur jene Plätze berücksichtigt, die in beiden Netzen vorkommen. Für den Fall, dass  $M = M'$  ist, soll die Funktion als Ergebnis 0 liefern. Je weiter

die Zustände voneinander abweichen, desto größer soll das Ergebnis der Funktion sein. Die einfachste Form der Funktion  $g$  wäre ein paarweiser Vergleich von  $m_j$  und  $m'_j$  mit

$$g(M, M') = \sum_{i=1}^n g'(m_i, m'_i)$$

wobei  $g'(m_i, m'_i) = 0$ , wenn  $m_i \neq m'_i$  und  $g'(m_i, m'_i) = 1$ , wenn  $m_i = m'_i$  ist. Die Verwendung einer Gewichtung macht in diesem Fall keinen Sinn, da die Zustände aller Plätze  $p$  und  $p'$  gleichwertig sind und damit auch die Ergebnisse für  $g'(m_i, m'_i)$ .

Durch eine aufwändigere Funktion  $g$  ließe sich nicht nur ermitteln, ob  $M$  und  $M'$  voneinander abweichen, sondern auch, inwieweit sich der Ausführungsgrad der beiden Prozesse unterscheidet. Dies lässt sich aber nicht mehr ohne weiteres mathematisch formulieren und muss durch einen Algorithmus in der Case Engine gelöst werden. Die Gestaltung dieses Algorithmus kann dabei individuell nach den Anforderungen des jeweiligen Unternehmens erfolgen.

Ebenso ist ein aufwändigerer Vergleich des Ausführungszustands der beiden Prozessinstanzen notwendig, wenn die Petri-Netze  $WN$  und  $WN'$  wesentlich voneinander abweichen und in den Vergleich der Zustände auch die Prozessmodelle selbst eingebunden werden müssen.

**Funktion  $h$  (Vergleich der Ereignisse):** Über die Funktion  $h$  wird schlussendlich erhoben, inwiefern sich die beiden auslösenden Ereignisse voneinander unterscheiden. Die Definition einer spezifischen Funktionen ist hier schwierig, da die Gestaltung der Funktion von den definierten Eigenschaften  $e_j$  und  $e'_j$  und der Art des Ereignisses  $E$  und  $E'$  abhängt. Für den Vergleich der Ereignisse soll daher an dieser Stelle die generische Form beibehalten werden, da davon auszugehen ist, dass nur solche Fälle verglichen werden, in denen dasselbe Ereignis aufgetreten ist und die damit auch über dieselben Ereigniseigenschaften verfügen:

$$\text{Sim}(E, E') = \sum_{j=1}^m h(e_j, e'_j) \times w_j$$

Damit lässt sich die gesamte Ähnlichkeitsfunktion als Summe der Funktionen  $f$ ,  $g$  und  $h$  darstellen:

$$\text{Sim}(C, C') = |P \Delta P'| + |T \Delta T'| + |F \Delta F'| + \sum_{i=1}^n g'(m_i, m'_i) + \sum_{j=1}^m h(e_j, e'_j) \times w_j$$

Ergibt die Ähnlichkeitsfunktion für zwei Fälle mit den Charakterisierungsteilen  $C$  und  $C'$  den Wert 0, dann sind die beiden Fälle identisch. Sowohl die beiden Prozessmodelle als auch deren Ausführungszustand und die Ereignisse sind identisch. Je größer jedoch der Unterschied ist, desto größer auch das Ergebnis der Ähnlichkeitsfunktion.

Die notwendige Form der Ähnlichkeitsfunktion muss im Rahmen der Einführung eines solchen Systems analysiert, definiert und implementiert werden. Da die Ähnlichkeitsfunktion regelt, welche Fälle als vergleichbar angesehen werden, stellt sie die zentrale Funktionalität einer Case Engine dar. Entspricht die Ähnlichkeitsfunktion nicht den Anforderungen des jeweiligen Unternehmens, dann wird sich dies in einer mangelhaften Qualität der Suchergebnisse der Case Engine niederschlagen. Es ist daher bei der Konzeption der Ähnlichkeitsfunktion besondere Aufmerksamkeit geboten.

## 4.2 Prozessadaptionen

Wenn über eine Ähnlichkeitsfunktion erst einmal vergleichbare Fälle aus der Vergangenheit ermittelt sind, können potentielle Lösungen aus diesen Fällen abgeleitet werden. Im Fall von Ereignissen innerhalb von Geschäftsprozessen muss im Zuge der Prozessausführung auf die Ereignisse reagiert werden. Dies ist entweder im Rahmen des definierten Prozessmodells bereits möglich oder erfordert eine Adaption der Prozessinstanz.

**Tabelle 2: Übersicht der Eingriffsmöglichkeiten und zugehörigen Funktionen**

	Funktion
Aktivität reparieren	
Daten hinzufügen / ändern / löschen	<code>insertDataset</code> <code>updateDataset</code> <code>deleteDataset</code>
Ressourcen hinzufügen / ändern / löschen	<code>insertResource</code> <code>updateResource</code> <code>deleteResource</code>
Aktivität neu starten	<code>restartActivity</code>
Aktivität abbrechen	<code>cancelActivity</code>
Aktivität abschließen	<code>finishActivity</code>
Prozess anpassen	
Prozessfragment einfügen	<code>insertActivity</code>
Prozessfragment löschen	<code>deleteActivity</code>
Prozessfragment verschieben	<code>deleteActivity</code> <code>insertActivity</code>
Prozessfragment ersetzen	<code>deleteActivity</code> <code>insertActivity</code>
Prozessfragment tauschen	<code>deleteActivity</code> <code>insertActivity</code>
Subprozess extrahieren	<code>deleteActivity</code> <code>insertActivity</code>
Subprozess einfügen	<code>deleteActivity</code> <code>insertActivity</code>
Prozessfragment in Schleife einbetten	<code>insertLoop</code>
Prozessfragment parallelisieren	<code>insertDependency</code> <code>deleteDependency</code>
Prozessfragment in Bedingung einbetten	<code>insertCondition</code>
Abhängigkeit hinzufügen	<code>insertDependency</code>
Abhängigkeit entfernen	<code>deleteDependency</code>
Bedingung anpassen	<code>updateCondition</code>
Prozessmodell anpassen	
Prozessmodell austauschen	<code>replaceProcessModel</code>

Es wurde bereits in 3.4 erläutert (vergl. Tabelle 1), welche Adaptionmöglichkeiten auf Aktivitäten, Teilprozess- und Prozessebene vorzusehen sind. Diese müssen als Funktionen im BPMS zur Verfügung gestellt werden und es erlauben, Prozessinstanzen während deren Ausführung anzupassen. Dabei muss nicht für jedes Adaptionmuster eine eigene Funktion implementiert werden. Vielmehr können viele Adaptionmuster aus einigen, wenigen atomaren Funktionen zusammengestellt werden. Tabelle 2 stellt die Adaptionmuster den notwendigen Funktionen gegenüber.

Die durchgeführten Adaptionen an der Prozessinstanz fließen als Lösung wieder in das Case Repository ein und stehen dann für neue Fälle zur Verfügung. Damit kann sichergestellt werden, dass erworbenes Wissen zur erfolgreichen Behandlung eines Ereignisses innerhalb eines Prozesses nicht verloren geht, sondern erhalten bleibt.

## 5. Zusammenfassung & Ausblick

Der Wunsch nach standardisierten Unternehmensprozessen bei gleichzeitiger Möglichkeit zur individuellen Fallbehandlung von Ereignissen über den Rahmen der definierten Prozesse hinaus bildete die einleitende Prämisse dieser Arbeit. CBR, implementiert in einem BPMS, erlaubt es, Prozesse nach fest definierten, standardisierten Prozessmodellen auszuführen und trotzdem individuell auf Ereignisse reagieren zu können. Solange keine besonderen Ereignisse in der Prozessausführung auftreten, führt das BPMS jede Prozessinstanz anhand der definierten Prozessmodelle aus. Erst bei Eintreten eines besonderen Ereignisses, auf das nicht im Zuge des definierten Prozessmodells in adäquater Weise reagiert werden kann, kommt die Case Engine zum Einsatz. Sie ermittelt ähnliche Fälle aus der Vergangenheit und versucht, die damals erfolgreichen Lösungen auf den aktuellen Fall anzuwenden. Dies bietet den Vorteil, dass zum Zeitpunkt der Prozessmodellierung nicht alle möglichen Ereignisse, die während der Prozessausführung auftreten können, antizipiert werden müssen. Vielmehr wird nur der bekannte Standardprozess definiert und auf Ereignisse fallbasiert reagiert. CBR erweist sich dadurch als sinnvolle Ergänzung eines BPMS, wenn der Bedarf nach ereignisgesteuerter Behandlung von Ausnahmen über den definierten Prozess hinaus besteht.

Die große Herausforderung innerhalb des CBR stellt die Ermittlung von ähnlichen Fällen aus dem Case Repository mittels einer Ähnlichkeitsfunktion dar. In Kapitel 4.1 wurde in vereinfachter Form aufgezeigt, wie dies mittels Petri-Netzen für einfache Prozessmodelle aussehen könnte. Wenn den einzelnen Transitionen und Plätzen eines Petri-Netzes Eigenschaften zugeordnet werden, die für eine Prozessbeschreibung notwendig sind, gestaltet sich die Ermittlung von ähnlichen Fällen deutlich aufwändiger. Weitere Arbeiten auf diesem Gebiet sollen Klarheit darüber bringen, wie Prozesse sinnvoll mit mathematischen, formalen Mitteln (z.B. in Form von Graphen) beschrieben werden können, damit sie als Basis für eine Ähnlichkeitsfunktion tauglich sind und gleichzeitig als probates Mittel zur Prozessmodellierung dienen können.

In einem zweiten Schritt wird dann zu untersuchen sein, wie solche formale Modelle auf etablierte Prozessmodellierungssprachen wie BPMN angewendet werden können, da diese die Basis vieler am Markt befindlicher BPMS darstellen. Ebenso gilt es zu klären, wie Datenformate zur Kommunikation zwischen BPMS und Case Engine aussehen können, in welcher Form Fälle im Case Repository sinnvollerweise gespeichert werden und wie bei der Adaption von Prozessinstanzen sichergestellt werden kann, dass die Prozessmodelle ausführbar sind.

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] van der Aalst, W. M., ter Hofstede, A., & Weske, M. 2003. Business Process Management: A Survey. *International Conference on Business Process Management*, S. 1-12.

- [2] van der Aalst, W. M. 2004. Business Process Management Demystified: A Tutorial on Models, Systems and Standards for Workflow Management. In *J. Jorgensen, & C. Neumair, Lectures on Concurrency and Petri Nets*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- [3] van der Aalst, W. M. 2004. Business Process Management: A Personal View. *Business Process Management Journal* , Vol. 10.
- [4] Weber, B., Rinderle, S., Wild, W., & Reichert, M. 2005. CCB-Driven Business Process Evolution. *Proceedings of the 6th International Conference on Case-Based Reasoning*, S. 610-624.
- [5] Lu, R., Sadiq, S., & Governatori, G. 2009. On Managing Business Process Variants. *Data & Knowledge Engineering* Vol. 68, No. 7 , S. 642-664.
- [6] Weske, M. 2007. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- [7] vom Brocke, J. 2008. *Serviceorientierte Architekturen - SOA: Management und Controlling von Geschäftsprozessen*. München: Franz Vahlen.
- [8] Leymann, F. 2003. Web Services: Distributed Applications without Limits. An Outline. *10th Conference on Database Systems for Business, Technology and Web*. Berlin.
- [9] Hellingrath, B., Laakmann, F., & Nayabi, K. 2004. Auswahl und Einführung von SCM-Softwaresystemen. In *H. Beckmann, Supply Chain Management: Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- [10] Nissen, V. 2002. Supply Chain Event Management. *Wirtschaftsinformatik*, Vol. 44 , S. 477-480.
- [11] Watson, I., & Marir, F. 1994. Case-based Reasoning: A Review. *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 9 No. 4 , S. 327-354.
- [12] Watson, I. 1999. Case-based Reasoning Is a Methodology not a Technology. *Knowledge-Based Systems*, Vol. 12 , S. 303-308.
- [13] Aamodt, A., & Plaza, E. 1994. Case-based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. *AI Communications*, Vol. 7 , S. 39-59.
- [14] Finnie, G., & Sun, Z. 2003. R5 Model for Case-Based Reasoning. *Knowledge-Based Systems*, Vol. 16 , S. 59-65.
- [15] Kolodner, J. L. 1993. *Case-based Reasoning*. San Mateo: Morgan Kaufmann.
- [16] Minor, M., Tartakovski, A., Schmalen, D., & Bergmann, R. 2008. Agile Workflow Technology and Case-Based Change Reuse for Long-Term Processes. *International Journal of Intelligent Information Technologies*, Vol. 4, No. 1, S. 80-98.
- [17] Russell, N., van der Aalst, W. M., & ter Hofstede, A. H. 2006. Workflow Exception Patterns. *Proceedings of the 18th Conference on Advanced Information Systems Engineering* , S. 288-302.
- [18] Otto, A. 2003. Supply Chain Event Management: Three Perspectives. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 14, No. 2 , S. 1-13.
- [19] Weber, B., Rinderle, S., & Reichert, M. 2007. Change Patterns and Change Support Features in Process-Aware Information Systems. *Proceedings of the 19th Conference on Advanced Information Systems Engineering* , S. 574-588.



# Anforderungserhebung in der öffentlichen Verwaltung - Ein Vorschlag für einen strukturierten Erhebungsprozess und die resultierende Anforderungsdokumentation

Philipp Stephanow  
Fraunhofer-Institut für Sichere  
Informationstechnologie (SIT)  
Parking 4  
85748 Garching bei München, Deutschland  
philipp.stephanow@sit.fraunhofer.de

Sebastian Hudert  
Universität Bayreuth, Lehrstuhl für  
Wirtschaftsinformatik  
Universitätsstr. 30  
95447 Bayreuth, Deutschland  
sebastian.hudert@uni-bayreuth.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Anforderungserhebung ist eine der entscheidenden Phasen erfolgreicher Softwareentwicklung und birgt im Kontext eines öffentlichen Organs besondere Herausforderungen. Neben historisch gewachsenen IT-Landschaften sind in den verantwortlichen Entscheidungsgremien öffentlicher Verwaltungen höchst unterschiedliche Expertisen im Hinblick auf die Softwareentwicklung anzutreffen. Ein Anforderungsdokument muss diesen Umstand berücksichtigen und für alle Beteiligten verständlich sein; nichtsdestotrotz muss die inhaltliche Qualität dokumentierter Anforderungen gewährleistet sein. Der vorliegende Beitrag adressiert diese Herausforderungen und stellt ein Verfahren zur strukturierten Anforderungserhebung im öffentlichen Kontext vor. Dabei werden unter Verwendung sowohl natürlichsprachlicher als auch modellbasierter Anforderungsdokumentation Vorschläge zur Strukturierung des Anforderungsdokumentes sowie der syntaktischen Muster einzelner Anforderungen unterbreitet. Es wird zudem die Anwendung und Ergebnisse des vorgestellten Verfahrens im Rahmen des Projektes der Universität Bayreuth zur Konsolidierung der universitären Informationssysteme dargelegt.

## Schlüsselwörter

Anforderungsanalyse, Informationssysteme in der öffentlichen Verwaltung, Anforderungsdokumentation

## 1. EINLEITUNG

Eine der wichtigsten Phasen im Rahmen der Softwareentwicklung ist die Erhebung von Anforderungen [8, 17]. Eine unzureichend durchgeführte Anforderungserhebung geht dabei regelmäßig mit einer Verfehlung der mit der resultierenden Software anvisierten Ziele einher [13, 66].

Pohl unterteilt den Prozess der Anforderungserhebung in

drei zentrale Aktivitäten: *Gewinnung*, *Dokumentation* und *Übereinstimmung*. Die Gewinnung zielt dabei auf die Identifikation existierender und die Entwicklung neuer Anforderungen. Gewonnene Anforderungen werden sodann unter Verwendung bestimmter Regeln aufgezeichnet, was in den Bereich der Anforderungsdokumentation fällt. Bestehen zwischen dokumentierten Anforderungen Konflikte, müssen diese innerhalb der Übereinstimmung ausfindig gemacht und behoben werden [17, 44-45].

Eine besondere Herausforderung an die Anforderungsdokumentation begründet der Kontext eines Organs der öffentlichen Verwaltung. Dies konkretisiert sich in der Entscheidung über die Umsetzung des Anforderungsdokumentes. Die Schwierigkeit besteht hier darin, dass im Hinblick auf die Softwareentwicklung das Fachwissen der Entscheider in den verantwortlichen Gremien stark variiert. Trotzdem müssen die dokumentierten Anforderungen, ohne inhaltlich an Qualität zu verlieren, für alle Beteiligten verständlich sein.

Der vorliegende Artikel setzt an diesem Punkt an und stellt ein Verfahren zur strukturierten Anforderungserhebung im Kontext der öffentlichen Verwaltung vor. Der Fokus liegt dabei auf der Strukturierung von Anforderungsdokumenten sowie dem eigentlichen Prozess der Anforderungsgewinnung.

Das im Rahmen dieses Artikels erarbeitete Verfahren reiht sich in die aktuelle Forschung zu Vorgehen der Anforderungserhebung ein. Ein umfassenden Überblick, samt Kategorisierung aktueller Ansätze, findet sich in [5] und [9]. Ferner ergeben sich für die Entwicklung zukünftiger Vorgehen der Anforderungserhebung verschiedene neue Herausforderungen, wie z. B. im Rahmen der agile Softwareentwicklung und der damit einher gehenden hohen Dynamik von Anforderungen [15].

Hierzu definiert Kapitel 2 Begriff, Ebene und Gütekriterien der zu dokumentierenden Anforderungen. Darauf folgt in Kapitel 3 ein Überblick über das Projekt im Rahmen dessen der hier vorgestellte Ansatz entwickelt und angewandt wurde. Außerdem werden die besonderen Eigenschaften, die sich aus diesem Szenario ergeben dargestellt. Kapitel 4 erarbeitet verwandte Forschungsarbeiten im Bereich Anforderungserhebung und -dokumentation. Der entwickelte Anforderungsgewinnungsprozess wird in Kapitel 5 und die vor-

geschlagene Struktur der Anforderungsdokumente in Kapitel 6 vorgestellt. In Kapitel 7 wird die konkrete Anwendung des entwickelten Prozesses sowie der strukturierten Anforderungsdokumente skizziert<sup>1</sup>. Abschließend fasst Kapitel 8 den Artikel zusammen und zeigt offene Fragestellungen bezüglich der Anforderungsanalyse in der öffentlichen Verwaltung auf.

## 2. BEGRIFFE, EBENE UND KRITERIEN DER ANFORDERUNGSERHEBUNG

### 2.1 Begriffe der Anforderungsdokumentation

Eine *Anforderung* im Sinne des vorliegenden Artikels ist gegeben durch [1, 62]:

1. Eine Voraussetzung oder Eigenschaft, über die ein System oder eine Person verfügen muss, um ein festgelegtes Ziel zu erreichen oder ein vorhandenes Problem zu lösen.
2. Eine Voraussetzung oder Eigenschaft, die das gesamte System oder ein Bestandteil des Systems benötigt, um vertragliche Vereinbarungen, einen gegebenen Standard oder sonstige, dokumentierte Vorgaben einzuhalten.
3. Eine dokumentierte Darstellung einer Voraussetzung oder Eigenschaft wie in (1) oder (2) festgelegt.

Eine *funktionale* Anforderung bezeichnet eine vom geplanten System bzw. von einem Bestandteil des geplanten Systems bereitzustellende Funktion [1, 35].

Legt eine Anforderung hingegen eine qualitative Eigenschaft des geplanten Systems bzw. eines Systembestandteils oder einer bestimmten Funktion des Systems fest, dann handelt es sich um eine *Qualitätsanforderung*. Das geplante System wird auch *Soll-System* genannt. [17, 14-16].

Allgemeine Anforderungen an das geplante System ergeben sich durch *Rahmenbedingungen*, die das Soll-System in seiner Entwicklung einschränken [18, 234-235].

Ferner unterscheidet Pohl Anforderungen in *Ziele*, *Szenarien* und *lösungsorientierte Anforderungen* [17].



**Abbildung 1: Ziele, Szenarien und lösungsorientierte Anforderungen**

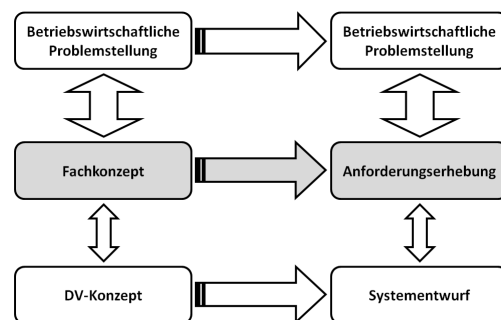
Die dokumentierten Intentionen der Stake Holder werden Ziele genannt. Diese Intentionen abstrahieren von der konkreten Systemnutzung und stellen somit eine Verfeinerung

<sup>1</sup>Um eine doppelte Aufführung der Projektergebnisse zu vermeiden, werden in Kapitel 5 sowie 6 die entwickelten Mechanismen direkt am konkreten Beispiel des vorher beschriebenen Projektes erläutert. Kapitel 7 verdeutlicht dann nur noch knapp die vorgefundene Untersuchungssituation und die erreichten Ergebnisse.

der Vision des Soll-Systems bezogen auf einzelne Aspekte dar. Szenarien beschreiben beispielhafte Pfade, auf denen festgelegte Ziele erreicht werden können. Ziele werden somit von Szenarien konkretisiert. Lösungsorientierte Anforderungen sind funktionale und qualitative Anforderungen an das Soll-System, die aus der Analyse von Zielen und Szenarien resultieren (siehe Abbildung 1).

### 2.2 Ebene der Anforderungserhebung

Im Rahmen des vorliegenden Artikels dient die *Fachkonzeptebene* der Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) [22] als Vorlage zur Abgrenzung der Ebene der Anforderungsdokumentation. Das Fachkonzept hat dabei die folgende Rolle: Die betriebswirtschaftliche Problemstellung wird darin mit einer Sprache beschrieben, deren Formalisierungsgrad genauso hoch ist, dass sie den Ansatzpunkt für die Umsetzung auf *DV-Ebene* bereitstellt. Auf DV-Ebene wird dann die Beschreibung des Fachkonzeptes auf generelle Schnittstellen der Informationstechnik eingepasst [22, 14-15].



**Abbildung 2: Ebene der Anforderungsdokumentation in Analogie zur Fachkonzeptebene, in Anlehnung an Scheer [22, 15]**

Übertragen auf den Anforderungsbegriff des vorliegenden Artikels bedeutet das, die dokumentierten Anforderungen an das Soll-System müssen die Umsetzung, d.h. den Systementwurf des Soll-Systems, vorbereiten. Die Anforderungsdokumentation darf jedoch keinen Systementwurf beinhalten.

Die in diesem Artikel beschriebene Anforderungserhebung besitzt somit ein Abstraktionsniveau, das unabhängig von der Umsetzung ist und damit keine umsetzungsbezogene Expertise von den beteiligten Entscheidern.

### 2.3 Kriterien der Anforderungserhebung

Die Wahl der Dokumentationstechnik ergibt sich gemäss [4, 4-8] anhand folgender Gütekriterien: *Korrektheit*, *Eindeutigkeit*, *Vollständigkeit*, *Konsistenz*, *Verifizierbarkeit*, *Modifizierbarkeit* und *Nachvollziehbarkeit*. Im Rahmen einer öffentlichen Verwaltung müssen diese allgemeinen Kriterien um die *Verständlichkeit* der dokumentierten Anforderungen ergänzt werden, da das individuelle Fachwissen hinsichtlich der Softwareentwicklung stark unterschiedlich ausgeprägt ist. Die Anforderungsdokumentation muss sowohl ihrer Güte nach Personen mit profundem Fachwissen gerecht werden als auch für Entscheider mit weniger umfassender Expertise ad-hoc zu verstehen sein.

### 3. ANFORDERUNGSERHEBUNG IN DER ÖFFENTLICHEN VERWALTUNG

Die vorliegenden Arbeiten wurden im Rahmen des Projektes der Universität Bayreuth zur Konsolidierung der universitären Informationssysteme durchgeführt. Das Soll-System<sup>2</sup>, für das die Anforderungen erhoben wurden, zielt auf die Unterstützung des *Lehrveranstaltungsmanagements* der Fachgruppe Wirtschaftswissenschaften an der Fakultät III der Universität Bayreuth. Die Besonderheit dieses Vorhabens liegt hierbei in der aus fachlicher Sicht besonders heterogenen Zusammensetzung der adressierten Gremien, welche über die Entscheidungskompetenz zur Umsetzung der erarbeiteten Ergebnisse verfügen. Das Vorwissen und die Expertise dieser Entscheider weichen im Hinblick auf das geplante System deutlich voneinander ab. Auch sehen sich die Universität Bayreuth, wie viele andere Universitäten in Deutschland, in den letzten Jahren zunehmend externer Restriktionen bezüglich ihrer internen Abläufe gegenüber; als wohl tiefgreifendste ist wohl der Bologna Prozess zu nennen ([11] verdeutlichen diese Problematik am Beispiel der Universität Hamburg). Dieses Zusammenspiel von externen, juristischen Vorgaben und internen Strategien stellt eine weitere Eigenschaft öffentlicher Projekte dar.

Unter dem Lehrveranstaltungsmanagement, wie es in diesem Artikel untersucht wird, wird die Verwaltung Eigenschaften von Veranstaltungen und Prüfungen verstanden, welche in Folge von

- neu erstellten Veranstaltungen oder Prüfungen,
- Änderung bestehender Veranstaltungen oder Prüfungen,
- Löschung bestehender Veranstaltungen oder Prüfungen oder
- unveränderter Übernahme bestehender Veranstaltungen oder Prüfungen

durchgeführt wird.

Die Kernaufgabe des LVMS besteht darin, den Ist-Prozess des Lehrveranstaltungsmanagements zu unterstützen, indem es den Benutzern zum einen die Veranstaltungs- und Prüfungsdaten und zum anderen die Funktionen zur Veränderung dieser Daten bereitstellt. Nachfolgend werden einige spezielle Herausforderungen für die Anforderungserhebung im Rahmen einer öffentlichen Verwaltung beschrieben, die im Rahmen des vorliegenden Projektes herausgearbeitet werden konnten.

#### Unterschiedliche Expertise von Entscheidern

Bevor eine Anforderungserhebung in die Umsetzungsphase übergehen kann, muss diese in öffentlichen Verwaltungen Gremien passieren, welche aus fachlicher Hinsicht heterogen besetzt sind. Die Herausforderung besteht hier folglich darin, dass das Anforderungsdokument von allen Entscheidern verstanden werden kann. Dieses Kriterium der Verständlichkeit des Anforderungsdokumentes darf allerdings nicht zum Nachteil seiner Güte gereichen (siehe Kapitel 2.3).

<sup>2</sup>Das geplante System wird im Folgenden *Lehrveranstaltungsmanagementsystem (LVMS)* genannt.

#### Historisch gewachsene IT-Systeme

Der Ist-Zustand von IT-Systemen innerhalb öffentlicher Verwaltungen ist oftmals das Ergebnis eines informalen und un-intentionalen Entwicklungsprozesses, woraus ein Zusammenspiel unterschiedlichster Systeme resultiert. Die ablaufenden Ist-Prozesse in diesen heterogenen IT-Landschaften verfügen dementsprechend über einen relativ niedrigen Standardisierungs- und Formalisierungsgrad. In der Praxis wird dies oftmals durch *organisch* bzw. *historisch gewachsen* beschrieben. Die Herausforderung der Anforderungserhebung besteht nun darin, die bestehenden Ist-Prozesse beim Entwurf der Soll-Prozesse zu berücksichtigen.

#### Reaktanzen gegenüber neuen IT-Systemen

Öffentliche Verwaltungen finden sich im Gegensatz zum industriellen Umfeld nicht in einer Wettbewerbssituation wieder. Für die Beschäftigten öffentlicher Verwaltungen ist daher der Anreiz stets die effizienteste IT-Lösung einzusetzen geringer. Aus diesem Grund muss eine Anforderungserhebung in diesem Umfeld bestehende IT-Systeme berücksichtigen, um etwaige Reaktanzen bei der Einführung neuer IT-Lösungen zu minimieren.

#### Erstellungsverfahren eines neuen IT-Systems

Vorhergehend wurde bereits erläutert, dass im Rahmen von öffentlichen Verwaltungen oftmals historisch gewachsene IT-Systeme anzutreffen sind und potentiell Reaktanzen von Beschäftigten öffentlicher Verwaltungen gegenüber neuen IT-Systemen bestehen. Um die Entstehung von Widerständen durch erhobene Anforderungen für ein geplantes System zu vermeiden, darf der Spielraum zur konkreten Systementwicklung nicht durch die Anforderungserhebung eingeschränkt werden. Die gewählte Abstraktionsebene (siehe Unterkapitel 2.2) muss daher das weitere Erstellungsverfahren des geplanten Systems in Folge dieser Anforderungserhebung offen lassen. Es darf nicht bereits während der Anforderungsanalyse entschieden werden, ob das LVMS durch *Individualsoftware*, die für den Einzelfall erstellt wird [16, 168], oder durch *Standardsoftware*, bei der bestehende Software auf individuelle Problemstellungen hin angepasst wird [10, 214], realisiert werden soll.

## 4. GRUNDLAGEN UND VERWANDTE ARBEITEN

### 4.1 Techniken natürlich sprachlicher Anforderungsdokumentation

„Eine natürlich sprachliche Anforderung ist eine Anforderung, die in einer natürlichen Sprache dokumentiert ist.“ [17, 229] Im Folgenden werden zunächst rahmengebende Referenzstrukturen von natürlich sprachlichen Anforderungsdokumenten vorgestellt. Anschließend wird auf die Struktur der individuellen, natürlich sprachlichen Anforderung eingegangen.

#### Anforderungsdokumente und Referenzstrukturen

Ein *Anforderungsdokument* fasst unter anderem die gewonnenen, natürlich sprachlichen Anforderungen in einem Dokument zusammen. Im deutschsprachigen Umfeld sind vor allem zwei Typen von Anforderungsdokumenten zu finden: Das *Lastenheft* und das *Pflichtenheft*. Referenzstrukturen für Lasten- und Pflichtenhefte werden z.B. vom VDI/VDE Standard 3694[2] bereitgestellt.

Demgegenüber findet im englischen Sprachraum keine Differenzierung zwischen Lasten- und Pflichtenheft statt. Hier unterscheidet man Anforderungsdokumente danach, ob diese das gesamte Soll-System einschließlich Hard- und Software adressieren oder ob sie sich ausschließlich an die Software eines geplanten Systems richten. Im ersten Fall spricht man von *System Requirements Specification* (SyRS); im letzten von *Software Requirements Specification* (SRS). Für die SRS wird in der Praxis oftmals der IEEE Standard 830-1998 [4] eingesetzt. Der IEEE Standard 1233-1998 [3] bildet ferner eine weitverbreitete Referenzstruktur für die SyRS. [17, 231-253]

### Natürlichsprachliche Dokumentation von Zielen und Szenarien

*Fristgerechte und korrekte Bereitstellung des Vorlesungsverzeichnisses* ist ein Beispiel für natürlich sprachliche Zieldokumentation. Um zusätzliche Informationen über den Zielkontext zu erfassen, können Ziele zudem mit Schablonen strukturiert werden. In diesen Vorlagen können Eigenschaften wie *Priorität*, *Kritikalität* oder *Quelle* der Ziele hinterlegt werden [17, 97-98].

Natürlichsprachliche bzw. *textuelle* Szenarien bieten die Möglichkeit, informal, flexibel und unter Verwendung verschiedener Abstraktionsgrade den Pfad zur Erreichung eines Ziels aufzuzeigen [14, 100-101].

### Natürlichsprachliche Dokumentation lösungsorientierter Anforderungen

Die inhärente Mehrdeutigkeit der natürlichen Sprache kann jedoch dazu führen, dass die Adressaten eines natürlich sprachlichen Anforderungsdokumentes die erhobenen Anforderungen unterschiedlich auslegen [17, 239]. Dies widerspricht dem Kriterium der Eindeutigkeit für Anforderungsdokumente.

In Tabelle 1 sind die nachfolgend erläuterten Arten von Mehrdeutigkeit der jeweiligen Technik zu deren Reduktion zugeordnet.

Art der Mehrdeutigkeit	Technik
lexikalisch	Glossar
syntaktisch	syntaktische Anforderungsmuster
semantisch	Normsprache

**Tabelle 1: Techniken zur Reduktion natürlicher sprachlicher Mehrdeutigkeiten**

Die *lexikalische* Mehrdeutigkeit tritt dann auf, wenn ein Wort mehrere Bedeutungen hat. Eine Technik der lexikalischen Mehrdeutigkeit entgegenzuwirken, stellt ein *Glossar* dar. Dieser sammelt und definiert Fachbegriffe und weist gegebenenfalls auf Synonyme [17, 244].

Wenn eine *syntaktische* Mehrdeutigkeit gegeben ist, dann kommen für eine Sequenz von Wörtern mehrere grammatikalischen Strukturen in Frage und jede dieser Strukturen besitzt eine andere Bedeutung [7, 10-11]. Um dieser Art von Mehrdeutigkeit vorzubeugen, können *syntaktische Anforderungsmuster* eingesetzt werden. Wird die Anforderungsstruktur durch solche festgelegt, weist jede Anforderung eine ähn-

liche Formulierung auf. Daher kann durch eine optimale Anforderungssyntax ein Großteil typischer Fehler in einem Anforderungsausdruck (wie z. B. durch mehrdeutige Passivformulierungen [20, 161]) vermieden werden.

Jede lexikalische oder syntaktische Mehrdeutigkeit führt auch zu einer *semantischen* Mehrdeutigkeit. Es gibt zusätzlich Fälle, in denen selbst unter Abwesenheit lexikalischer und syntaktischer Mehrdeutigkeit eine semantische Mehrdeutigkeit gegeben ist. Diese ergibt sich aus unterschiedlichen Interpretationsmöglichkeiten eines Satzes [7, 11-12]. Eine Möglichkeit um diese Art der Mehrdeutigkeit zu vermeiden, ist durch die Verwendung von *Normsprachen* gegeben. Diese erweitern das Konzept der syntaktischen Anforderungsmuster, indem neben der Syntax von Anforderungen auch deren Semantik definiert wird. Die Definition der Semantik erfolgt im Rahmen einer Normsprache über eine begrenzte Menge definierter Begriffe, welche in Kombination mit einer eingeschränkten Syntax zur Formulierung von Anforderungen verwendet werden [17, 247].

## 4.2 Techniken modellbasierter Anforderungsdokumentation

Unter einem Modell wird die abstrakte Abbildung eines realen oder fiktiven Realweltausschnitts verstanden [23, 27]. Dient ein Modell ferner zur Dokumentation von Anforderungen, dann handelt es sich um ein *Anforderungsmodell* [17, 279]. Im Folgenden wird eine Auswahl verschiedener Anforderungsmodelle vorgestellt.

Ziele	Szenarien	lösungsorientierte Anforderungen
Und-Oder-Graphen i*- Framework	Aktivitätsdiagramme Sequenzdiagramme Use-Case-Diagramme	Aktivitätsdiagramme Klassendiagramme Zustandsautomaten

**Tabelle 2: Zuordnung der Anforderungsmodelle zu Anforderungsartefakten in Anlehnung an Pohl [17, 299]**

### Modellbasierte Dokumentation von Zielen

Ein *Und-Oder-Graph* ist ein Modell, dass die Zerlegung von übergeordneten in untergeordnete Ziele abbildet. Es werden zwei Typen von Verfeinerungsbeziehungen unterschieden: Der erste ist durch die *Und-Dekomposition* gegeben, bei der alle untergeordneten Teilziele erfüllt sein müssen, damit das übergeordnete Ziel erfüllt ist. Demgegenüber ist im Falle einer *Oder-Dekomposition* das übergeordnete Ziel bereits dann erreicht, wenn nur eines der untergeordneten Teilzeile erfüllt wird [17, 105-106].

Der *i-Star* (i\*) Ansatz bietet ein umfängliches Rahmenwerk, um Ziele zu dokumentieren und zu analysieren. Dabei besteht das i\*-Framework aus zwei Komponenten zur Zieldomellierung. Die erste ist das *Strategic Dependency* (SD) Modell, welches die Abhängigkeitsbeziehungen verschiedener Akteure im Kontext eines Systems abbildet. Durch das *Strategic Rationale* (SR) Modell ist die zweite Komponente gegeben, die die Interessen der Stake Holder erfasst und deren Auswirkungen auf die Systemkonfiguration beschreibt. Das zentrale Konzept des i\*-Frameworks besteht in den in-

tentional handelnden Akteuren, deren Ziele voneinander abhängig sind [25, 227-230].

### Modellbasierte Dokumentation von Szenarien

Um Szenarien modellbasiert zu dokumentieren, eignen sich verschiedene *Verhaltensdiagramme* der Unified Modelling Language (UML). Verhalten wird in der UML als Aggregat von Aktionen verstanden, welche im Sinne der UML eine Menge an Eingaben in eine Menge an Ausgaben überführen [6, 217].

*Aktivitätsdiagramme* betonen die Sequenz und die Bedingungen zur Koordination von Systemverhalten. Die Darstellung dieses Systemverhaltens wird durch *Kontrollflüsse* und *Objektflüsse* umgesetzt [6, 295]. Kontrollflüsse zerlegen vom System zu erfüllende Aufgaben in Einzelschritte und bildet damit deren systeminterne Realisierung ab [21, 259].

*Use-Case-Diagramme* bzw. *Anwendungsfall-Diagramme* bieten die Möglichkeit gewünschte Funktionen eines geplanten Systems einfach darzulegen [21, 238-239]. Ein *Use-Case* ordnet einem Hauptszenario die Alternativ- und Ausnahmeszenarien zu, welche ein System ausführt, wenn es mit externen Objekten interagiert [19, 78].

### Modellbasierte Dokumentation von lösungsorientierten Anforderungen

Die drei traditionellen Perspektiven von lösungsorientierten Anforderungen umfassen die Daten-, Funktions- und Verhaltenssicht. Jede dieser Perspektiven kann mit einem Diagrammtyp der UML abgebildet werden.

Auf die Funktionssicht entfallen die bereits zuvor erläuterten Aktivitätsdiagramme. Die Datensicht lösungsorientierter Anforderungen kann durch *Klassendiagramme* modellbasiert dokumentiert werden [17, 201-203]. Klassendiagramme bilden die Attribute und Operationen von Objekten sowie die Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den Objekten ab [21, 102-103]. Lösungsorientierte Anforderungen besitzen überdies eine Verhaltenssicht, welche durch Zustandsmaschinen dargestellt werden kann [17, 203]. Diese spezifizieren Verhalten von verschiedenen Bestandteilen des Modells bzw. Systems durch mögliche Zustände und Zustandsübergänge [6, 523]. Ferner umfasst ein Zustandsautomat die Ereignisse und Bedingungen, die zur Erreichung der möglichen Zustände nötig sind [21, 239].

## 5. VORGEHEN DER ANFORDERUNGSERHEBUNG

Anforderungen können in Ziele, Szenarien und lösungsorientierte Anforderungen unterschieden werden (siehe Kapitel 2.1). Im Rahmen des vorliegenden Artikels werden gewonnene Anforderungen entsprechend dieser Dreiteilung aufbereitet.

### 5.1 Modellbasierte Anforderungsdokumentation

Eine von der Kognitionsforschung verifizierte Hypothese lautet, dass in Bildern hinterlegte Informationen besser von Menschen verarbeitet und memoriert werden können als textbasierte [12, 230-233]. Angewendet auf die Anforderungsdokumentation impliziert diese Erkenntnis, dass Anforderungsmodelle das Verständnis für erhobene Anforderungen fördern können.

Diese Vermutung wurde durch den Einsatz modellbasierter Anforderungsdokumentation in der Praxis bestätigt [17, 298]. Der Vorteil bei der Verwendung von Modellen ist allerdings nur dann gegeben, wenn die Adressaten der dokumentierten Anforderungen mit der Modellierungssprache vertraut sind. Die Anforderungserhebung des vorliegenden Artikels adressiert einen heterogenen Personenkreis, bei dem Vorkenntnisse verschiedener Modellierungssprachen nicht durchgängig als gegeben unterstellt werden können. Aus diesem Grund werden die Anforderungen zwar im Kern modellbasiert dokumentiert, jedoch daraus noch natürlich sprachliche Beschreibungen abgeleitet um dem Kenntnisstand aller beteiligten Entscheider gerecht zu werden.

### 5.2 Modellbasierte und natürlich sprachliche Dokumentation im Vorgehensmodell

Abbildung 3 zeigt schematisch das vorgeschlagene Vorgehen zur Anforderungserhebung auf. Zuerst werden mit Mitarbeitern einer jeden am geplanten System beteiligten Rolle Interviews über die zu unterstützenden Prozesse und dementsprechend zur Verfügung zu stellenden Funktionen geführt. In einem zweiten Schritt werden die Ergebnisse dieser Interviews natürlich sprachlich zusammengefasst. Darauf folgt der erste Schritt der modellbasierten Dokumentation, in dem die Ziele identifiziert und modelliert werden. Anhand dieser Ziele werden dann die Szenarien entwickelt und modellbasiert beschrieben. Abschließend werden die lösungsorientierten Anforderungen gewonnen und mittels Anforderungsmodellen dokumentiert. Letztere Modelle dienen sodann als Ausgangspunkt für die Formulierung der natürlich sprachlichen Anforderungen.

Die Überführung der natürlich sprachlich zusammengefassten Interviews in eine modellbasierte Dokumentation erzeugt zwangsläufig eine andere Sicht auf die dokumentierten Anforderungen. Der Wechsel von natürlich sprachlicher zu modellbasierter Dokumentation führt daher regelmäßig zu neuen Anforderungen, die andernfalls nicht erhoben worden wären. Folglich sind Anforderungsgewinnung und -dokumentation im Rahmen des vorliegenden Artikels nicht strikt voneinander zu trennen, was durch die Entstehung neuer Anforderungen einen Mehrwert für die Anforderungserhebung darstellt.

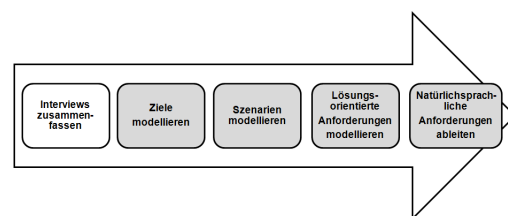


Abbildung 3: Vorgehensmodell und modellbasierte Dokumentation

#### Zieldokumentation mit Und-Oder-Graphen

Zur Modellierung von Zielen werden Und-Oder-Graphen eingesetzt. Diese Technik zerlegt auf verständliche Weise Ziele in Unterziele [17, 105-106].

#### Szenariodokumentation mit Use-Case-Diagrammen

Für die zerlegten Ziele werden zunächst textuelle Szenarien

zur Zielerreichung verfasst. Für ein oder mehrere Unterziele werden dazu im ersten Schritt unstrukturierte Szenarien in Form von Fließtexten dokumentiert. Daran schließt im zweiten Schritt die nummerierte Dokumentation der Szenarioschritte an. Die getrennten, nummerierten Szenarien stellen prinzipiell eine natürlich sprachliche Technik zur Anforderungsdokumentation dar. Im vorliegenden Fall werden sie allerdings ausschließlich als Mittel eingesetzt, die Akteure und die Funktionen der Szenarien zu identifizieren. Diese dienen wiederum zur Erstellung von Use-Case-Diagrammen, welche die Szenarien in einer Darstellung verschiedener Use-Cases bündeln. Diese Zusammenfassung veranschaulicht die Sicht auf die Funktionalität des Soll-Systems.

Anschließend werden die Use-Case-Diagramme und die strukturierte, textuelle Szenariodokumentation kombiniert eingesetzt, um daraus Aktivitätsdiagramme für die einzelnen Benutzerklassen abzuleiten. Die Auswahl der Aktivitätsdiagramme rührt aus deren Bestimmung, die Funktionen eines Systems offenzulegen. Im Endeffekt resultiert die Dokumentation durch Aktivitätsdiagramme allerdings in Artefakten, welche nicht mehr die Szenarien, sondern die lösungsorientierten Anforderungen beschreiben.

### Anforderungsdokumentation mit Aktivitäts- und Klassendiagrammen

Es muss an dieser Stelle erneut darauf hingewiesen werden, dass die Dokumentation auch zu einer Gewinnung von Anforderungen führt. Diese bereits erläuterte Wechselwirkung resultiert in einer inkrementellen Verbesserung der Anforderungen und bestimmt maßgeblich die Gestaltung der Aktivitätsdiagramme. Wie in Abbildung 4 dargestellt, treten bei der Überführung von Szenarien in ein Aktivitätsdiagramm zuvor unbekannte, funktionale Anforderungen zu Tage. Diese neuen Anforderungen führen zu veränderten Szenarien, was wiederum Einfluss auf die Modellierung der Aktivitätsdiagramme nehmen. Die natürlich sprachliche Dokumentation lösungsorientierter, funktionaler Anforderungen wird zudem unmittelbar aus den Aktivitätsdiagrammen abgeleitet. Folglich ist durch die Aktivitätsdiagramme der einzelnen Benutzerklassen die modellbasierte Dokumentation der funktionalen Anforderungen gegeben. Dies bezieht sich allerdings nur auf den Endpunkt des Überführungsprozesses der Szenarien in Aktivitätsdiagramme. Zu Beginn ihrer Erstellung bilden die Aktivitätsdiagramme die Szenarien ab.

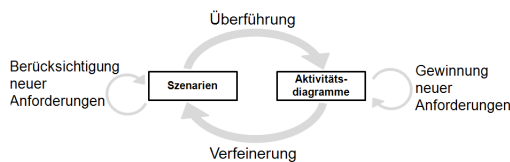


Abbildung 4: Wechselwirkung von Szenarien und Aktivitätsdiagrammen

## 6. ANFORDERUNGSDOKUMENTATION

### 6.1 Strukturierung des Anforderungsdokumentes

Die Strukturierung des Anforderungsdokumentes wird in Anlehnung an den IEEE Standard 830-1998 vorgenommen [4, 11].

Der Standard verwendet allerdings einen Anforderungsbegriff, der für die Zielsetzung des vorliegenden Artikels nicht abstrakt genug ist und deutlich höher gewählt wird, um eine bessere Verständlichkeit der Anforderungen zu erzielen. Ein Adressat soll sich nicht mit technischen Details des Soll-System wie z.B. den konkreten Bildschirmformaten konfrontiert sehen[iee98b, 13].

Aufbauend auf dem modifizierten Anforderungsbegriff aus Kapitel 2.2 und den Überlegungen dieses Standards folgende Struktur für das entwickelte Anwendungsdokument:

- **1 Introduction**

Dieser Teil wird in zwei Unterkapitel aufgeteilt: *Begriffstypifikation und Syntax funktionaler Anforderungen* sowie *Bezeichnersystem und Querverweise*. Das erste zielt auf die Erfüllung zweier Kriterien der Anforderungserhebung: Zum einen unterstützt die Verwendung syntaktischer Anforderungsmuster die Eindeutigkeit der erhobenen Anforderungen. Zum anderen stellen die definierten Muster die konsistente Modifizierbarkeit der Anforderungsdokumentation sicher. Das zweite unterstützt durch die Einführung eines Bezeichnersystems mit Querverweisen, die die Beziehungen zwischen Anforderungen abbilden, ebenfalls die Eindeutigkeit der dokumentierten Anforderungen.

- **2.1 Product Perspective**

Dieser Unterpunkt wird als *Systemkontext des Soll-System* bezeichnet und ist inhaltlich auf die Schnittstellen des geplanten Systems mit anderen, bestehenden Systemen reduziert.

- **2.2 Product Functions**

Die inhaltlichen Vorgaben zu diesem Unterkapitel werden direkt aus dem IEEE Standard übernommen und beschreiben folglich die allgemeinen Funktionen des zu entwickelnden LVMS.

- **2.3 User Characteristics**

Den inhaltlichen Richtlinien des Standards wird hier gefolgt, allerdings mit einem Schwerpunkt auf dem Tätigkeitsbereich und der Aufgabenerfüllung eines Benutzers. Eine *Benutzerklasse* fasst alle Benutzer zusammen, die eine identische Sicht auf den Ist-Prozess und damit identische Anforderungen an das LVMS haben.

- **2.4 Constraints und 2.5 Assumptions and dependencies**

Die Inhalte der beiden letzten Unterpunkte der *Allgemeinen Beschreibung des Soll-System* werden entsprechend der Anleitung des IEEE 830-1998 Standards dargelegt und beschreiben Restriktionen und Annahmen bezüglich des LVMS.

- **3.1 External Interfaces**

Dieser Unterpunkt detailliert die Ein- und Ausgabewerte des Soll-Systems, wie z.B. Wertebereiche und Datenformate. Folglich fordert er eine umsetzungsbezogene Expertise, die dem Verständnis von Entscheidern innerhalb öffentlicher Verwaltungen nicht förderlich ist. Dies entspricht damit nicht dem festgelegten Abstraktionsgrad der Anforderungsdokumentation und wird daher nur nachrangig genutzt.



- **3.2 Function**

Dieses Unterkapitel macht einen Großteil des Anforderungsdokumentes aus, wobei auch hier ein Teil der prototypischen Vorgaben des Standards nicht dem definierten Abstraktionsniveau für die Anforderungserhebung entsprechen. Dazu zählen z.B. Ausnahme- und Fehlerbehandlung und Auswirkungen von Parameterveränderungen. Die Anforderungen an Ein- und Ausgabewerte und deren Zusammenhang werden in diesem Artikel soweit abstrahiert, dass keine technische, d.h., formelbasierte Darstellung notwendig wird.

- **3.3 Performance Requirements**

Qualitätsanforderungen hängen im vorliegenden Fall insbesondere von der Entscheidung über die Umsetzung des Soll-Systems durch *Standardsoftware* oder *Individualsoftware* ab. Erfolgt die Entscheidung pro Standardsoftware, dann sind die Qualitätsanforderungen extern gegeben und können unter anderem als Auswahlkriterium zwischen verschiedenen Standardsoftware-Lösungen herangezogen werden. Wird das Soll-System hingegen durch Individualsoftware realisiert, dann müssen die Qualitätsanforderungen durch Messungen im Ist-System bestimmt und in der Entwicklung der Software berücksichtigt werden. Wie auch im Falle der vorhergehenden Ausschlüsse sind Qualitätsanforderungen daher aufgrund des definierten Abstraktionsgrads der Anforderungsdokumentation zum Zeitpunkt der Anforderungserhebung zu vernachlässigen.

- **3.4 Logical database requirements**

Die inhaltlichen Aspekte dieses Unterkapitels richten sich auf Anforderungen an die konkrete Ausgestaltung von Informationen, die in Datenbanken hinterlegt werden. Solche Anforderungen sind demnach der Umsetzung bzw. dem Systementwurf vorbehalten und bleiben daher unberücksichtigt.

- **3.5 Design constraints**

Wie bereits die Überschrift suggeriert, behandelt dieser Teil die Einschränkungen des Systementwurfs. Der Entwurf des geplanten Systems wird nicht von dem vorliegenden Artikel umfasst und ist daher ausgeschlossen.

- **3.6 Software system attributes**

In diesem Abschnitt werden Systemeigenschaften wie Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Funktionssicherheit oder Wartbarkeit, die besonders wichtig für das Soll-System sind, in Anforderungen überführt.

- **3.7 Organizing the specific requirements**

Dieser Abschnitt des 830-1998 Standards bildet keine Gliederungsebene im Anforderungsdokument, sondern leitet zur Sichtenbildung der Anforderungserhebung an. Für den Anwendungsfall in Kapitel 7 wurde hier *User class* gewählt, da die funktionalen Anforderungen an das Soll-System aus Sicht der Benutzer erhoben werden.

## 6.2 Begriffstypifikation und Syntax funktionaler Anforderungen

Um Mehrdeutigkeiten der natürlichen Sprache in diesem Anforderungsdokument zu vermeiden, wird ein Glossar und

syntaktische Anforderungsmuster eingesetzt. Zudem werden die im Glossar definierten Begriffe typisiert. Die syntaktischen Anforderungsmuster greifen diese festgelegten Typen zur Konstruktion der Anforderungssyntax auf. Durch diese Verknüpfung zwischen Glossar und syntaktischen Anforderungsmustern ist es zum einen möglich, eine Anforderung mittels Glossar in Ihren Bestandteilen definitiv nachzuvollziehen. Zum anderen ist dadurch ein Regelwerk von Begriffen gegeben, mit dem einfach neue Anforderungen hinzugefügt werden können. Die im Glossar definierten Begriffe werden aus Platzgründen hier nicht alle aufgeführt, beispielhaft können aber Konzepte wie *Rolle*, *Objekt*, *Objekteigenschaft* oder *System* angeführt werden.

### Anforderungsperspektiven und syntaktische Anforderungsmuster

Die natürlich sprachlichen Anforderungen werden überdies aus globaler und aus benutzerklassen-spezifischer Perspektive erhoben. Wie in Abbildung 5 dargestellt, findet innerhalb der benutzerklassen-spezifischen Perspektive eine weitere Unterteilung in Interaktions- und Einzelperspektive statt. Dieses Vorgehen dient dem Ziel der Verständlichkeit der Anforderungen und wird dadurch erreicht, dass von der dritten bis zur ersten Ebene der Detaillierungsgrad der Anforderungen abnimmt und somit die Verständlichkeit erhöht.

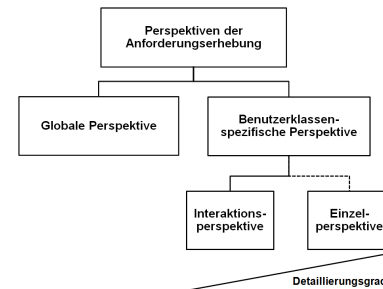


Abbildung 5: Perspektiven erhobener Anforderungen

Aus *globaler* Perspektive beschreiben die Anforderungen Funktionen des LVMS, die sich unabhängig von der inhaltlichen Dimension der Aufgabenerfüllung einer Benutzerklasse ergeben. Diese Anforderungen können somit auch als *benutzerklassenübergreifend* bezeichnet werden. Das syntaktische Anforderungsmuster der globalen Perspektive ist wie folgt gegeben:

$$\text{LVMS MUSS} \begin{bmatrix} \text{Klasse}_h \\ \text{Objekt}_i \\ \text{Rolle}_j \\ \text{System}_k \end{bmatrix} [\text{Prozesswort}_n].$$

Die Platzhalter *Klasse*, *Objekt*, *System* und *Rolle* geben die Begriffstypen an, welche an dieser Stelle des Anforderungsmusters eingesetzt werden können. Die konkreten Ausprägungen dieser Typen, welche in diesem Anforderungsdokument verwendet wurden, finden sich im Glossar. Ferner legt die eckige Klammer fest, dass mehrere konkrete Ausprägungen unterschiedlicher Platzhalter in einer formulierten Anforderung verwendet werden können. Eine Anforderung

kann somit z.B. *Uni-CMS* (Typ: System) und *Raumplanung* (Typ: Klasse) enthalten. Die Indizes  $h$ ,  $i$ ,  $j$  und  $k$  erlauben zudem, dass für einen Platzhalter mehrere konkrete Ausprägungen in einer Anforderung vorhanden sein können. In diesem Zusammenhang bildet das *Prozesswort* eine Ausnahme, denn pro Anforderung gibt es immer genau ein Prozesswort ( $n = 1$ ). Ferner definiert die Großschreibung von *LVMS MUSS* einen fixierten Teil des Anforderungsmusters. Füllwörter wie Artikel werden aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Anforderungsmustern vernachlässigt. Tabelle 3 zeigt am Beispiel der Anforderung  $F - 1$  die Anwendung des syntaktischen Anforderungsmusters.

<b>Bezeichner</b>	F-1
<b>Name</b>	Benutzerklassen im LVMS
<b>Beschreibung</b>	Das LVMS muss die Benutzerklassen Raumplanung, Dekanat, Studiendekanat, Prüfungsamt und Lehrstuhl umfassen.

**Tabelle 3: Beispielhaftes syntaktisches Anforderungsmuster der globalen Perspektive**

Die Anzahl der erhobenen Anforderungen aus globaler Perspektive ist vergleichsweise gering. Dies resultiert aus dem Bottom-Up Ansatz der Anforderungserhebung, welcher schwerpunktmäßig die nachfolgend erläuterten Anforderungen aus benutzerklassen-spezifischer Perspektive hervorbringt. Die Anforderungen aus globaler Perspektive sind für einen Systementwurf allerdings unentbehrlich.

Die Anforderungen aus *Interaktionsperspektive* beschreiben Interaktionen zwischen Rollen und Systemen aus Perspektive einer Benutzerklasse. Unter *Interaktion* wird das Zusammenspiel zweier Aktivitäten verstanden: Eine der beiden Aktivitäten führt zur Erfüllung einer bestimmten Bedingung, welche die Voraussetzung für den Start der anderen Aktivität darstellt. Die einzelnen *Aktivitäten* sind Rollen oder Systemen zugeordnet und umfassen die für die Interaktion maßgeblichen Funktionen. Die logische Struktur einer Interaktion entspricht somit einer WENN-DANN-Beziehung zwischen zwei Aktivitäten: WENN eine Aktivität eine bestimmte Bedingung erfüllt, DANN beginnt eine andere Aktivität. Es ergibt sich das folgende syntaktische Anforderungsmuster für Anforderungen aus Interaktionsperspektive:

$$\text{WENN } \left[ \begin{matrix} \text{Rolle}_j \\ \text{System}_k \end{matrix} \right] [\text{Objekteigenschaft}_p] [\text{Objekt}_i] [\text{Prozesswort}_n],$$

$$\text{DANN } \left( \begin{matrix} \text{muss} \\ \text{kann} \end{matrix} \right) \left[ \begin{matrix} \text{Rolle}_j \\ \text{System}_k \end{matrix} \right] [\text{Attribut}(\text{Prozesswort}_n)] [\text{Objekt}_i] [\text{Prozesswort}_m].$$

Das LVMS als konkrete Ausprägung des Platzhalters *System* ist stets Bestandteil entweder des WENN- oder des DANN-Teils einer Anforderung aus Interaktionsperspektive. Es ist allerdings ausgeschlossen, dass auf beiden Seiten identische Ausprägungen von Rollen oder Systemen festgelegt werden. D.h. die Anforderungen aus Interaktionsperspektive dürfen nicht rekursiv formuliert werden.

Am Beispiel der Anforderung  $RP - F - 1$  aus Tabelle 4 ist zu ersehen, dass im WENN-Teil der Anforderung die Aktivität *Druckfahne auswählen* von der Rolle *Raumplanungs-MA* er-

<b>Bezeichner</b>	RP-F-1
<b>Name</b>	Auswahl der Druckfahne
<b>Beschreibung</b>	Wenn der Raumplanungs-MA die Druckfahne ausgewählt hat, dann muss das LVMS die ausgewählte Druckfahne bereitstellen.

**Tabelle 4: Beispielhaftes syntaktisches Anforderungsmuster der Interaktionsperspektive (1)**

füllt sein muss, damit im DANN-Teil der Anforderung das LVMS die Aktivität *Druckfahne bereitstellen* beginnt.

Ferner ist es im DANN-Teil der Anforderung möglich, zwischen dem Modalverben *kann* und *muss* zu wählen. Letzteres bezeichnet die zwingende Folge einer Aktivität, sofern der WENN-Teil erfüllt ist. Beginnt der DANN-Teil einer Anforderung hingegen mit *kann*, dann ist die Folge einer Aktivität und damit die gesamte sich daraus ergebende Aktivitätssequenz optional.

<b>Bezeichner</b>	RP-F-10
<b>Name</b>	Sammlung von Alternativvermerken
<b>Beschreibung</b>	Wenn der Raumplanungs-MA die vollständigen Veranstaltungsvermerke <b>auswertet</b> , dann <b>kann</b> das LVMS Alternativvermerke zu den ausgewerteten Veranstaltungsvermerken sammeln.

**Tabelle 5: Beispielhaftes syntaktisches Anforderungsmuster der Interaktionsperspektive (2)**

Innerhalb einer Benutzerklasse finden mehrere Interaktionen statt. Zur Verdeutlichung des sequentiellen Charakters werden die funktionalen Anforderungen aus Interaktionsperspektive als Abfolge von WENN-DANN-Beziehungen zwischen Rollen und Systemen dokumentiert.

Die Anforderungen aus *Einzelperspektive* beschreiben einzelne Funktionen und Objekteigenschaften im Zusammenspiel mit genau einer Rolle oder einem System. Folglich benennen diese Anforderungen nicht zwangsweise das LVMS als Adressaten einer Anforderung. Nichtsdestotrotz richten sich alle Anforderungen aus Einzelperspektive an das LVMS, denn sie detaillieren stets eine Anforderung aus Interaktionsperspektive. Dies wird in Abbildung 5 anhand der unterbrochenen Verbindungslinie angedeutet: Anforderungen aus Einzelperspektive sind nicht auf dergleichen Ebene wie Anforderungen aus Interaktionsperspektive zu verorten, sondern erhöhen deren Detaillierungsgrad.

Das syntaktische Anforderungsmuster für Anforderungen aus Einzelperspektive lautet:

$$\left[ \begin{matrix} \text{Rolle} \\ \text{System} \end{matrix} \right] \left( \begin{matrix} \text{muss} \\ \text{kann} \end{matrix} \right) \left[ \begin{matrix} \text{Objekt}_i \\ \text{Objekteigenschaft}_p \end{matrix} \right] [\text{Prozesswort}_n].$$

Die Anforderung  $DK - F - 3 - 15$  aus Tabelle 6 dient als Anwendungsbeispiel, in der das LVMS die Objekte *Alternativvermerke* mit der Objekteigenschaft *abgelehnt* sammeln soll.



Bezeichner	Datensicht	Beschreibung
DK-F-3-15	tbd	Das LVMS muss abgelehnte Alternativvermerke sammeln.

**Tabelle 6: Beispielhaftes syntaktisches Anforderungsmuster der Einzelperspektive**

Objekt und Objekteigenschaft treten im Rahmen der Anforderungen aus Einzelperspektive regelmäßig in Kombination auf und sind daher von eckigen Klammern gerahmt. Diese Konstruktion ermöglicht es, die Anforderungen an konkrete Funktionen darzustellen, über die eine Rolle, ein System oder das LVMS verfügen müssen, um Objekteigenschaften verändern zu können.

Jede funktionale Anforderung verfügt ferner über eine Datensicht, die den Objekten Eigenschaften zuweist. Im Rahmen dieses Anforderungsdokumentes wird diese Datensicht mit den Anforderungen aus Einzelperspektive verknüpft.

## 7. ANFORDERUNGSDOKUMENTATION FÜR EIN LEHRVERANSTALTUNGSMANAGEMENTSYSTEM

In diesem Kapitel wird die Anwendung des entwickelten Prozesses sowie der strukturierten Darstellungsform der Anforderungen im Rahmen des Projektes der Universität Bayreuth zur Konsolidierung der universitären Informationssysteme skizziert.

### 7.1 Anforderungsgewinnung

Zur Anforderungsgewinnung wurden insgesamt 13 Interviews mit acht verschiedenen Personen durchgeführt, welche jeweils zwischen 60 und 120 Minuten andauerten. Zudem wurden die Interviews zur lückenlosen Nachbereitung per Diktiergerät aufgezeichnet. Acht der durchgeführten Interviews entfielen auf die initiale Phase der Anforderungsgewinnung, die verbleibenden fünf auf die nachfolgende zweite Phase. Bei einem der 13 vorgenommenen Interviews handelt es sich um ein Gruppeninterview.

### 7.2 Anforderungsdokumentation

#### Natürlichsprachliche Anforderungsdokumentation

Der in Kapitel 6 beschriebene Ansatz zur Anforderungsdokumentation wurde eingesetzt, um die gewonnenen Anforderungen an das LVMS zu erfassen. Abbildung 6 zeigt die Strukturierung des Anforderungsdokumentes auf, die unter Verwendung der in Kapitel 6.1 erläuterten Modifikationen des IEEE Standard 830-1998 erstellt und damit speziell auf das Umfeld einer öffentlichen Verwaltung abgestimmt wurde. Beispiele für die Anwendung der definierten syntaktischen Anforderungsmuster, die zur Dokumentation einzelner funktionaler Anforderungen im Rahmen des Projektes der Universität Bayreuth dienen, wurden bereits in Kapitel 6.2 dargelegt. Seiner Anzahl nach fiel der Gesamtumfang der natürlich sprachlich dokumentierten Anforderungen dabei beträchtlich aus. Dies ist auf den hohen Detaillierungsgrad zurückzuführen, welcher sich aus der in Kapitel 6.2 erläuterten Einzelperspektive der Anforderungen ergibt. Um die Verständlichkeit der dokumentierten Anforderungen weiter zu optimieren, wurden diese in eine Excel-Datei überführt,

die es erlaubt, alle Anforderungen aus Interaktionsperspektive auf einen Blick zu erfassen und sodann interaktiv in die untergeordnete Ebene der Einzelperspektive zu wechseln.

Inhaltsverzeichnis
1. Einführung
1.1 Zweck und Adressatenbezug des Anforderungsdokumentes
1.2 Umfang und Anwendungsbereich des geplanten Systems
1.3 Begriffstypifikation und Syntax funktionaler Anforderungen
1.4 Bezeichnersystem und Querverweise
1.5 Glossar
1.6 Referenzen
1.7 Aufbau des Anforderungsdokumentes
2. Allgemeine Beschreibung des LVMS
2.1 Systemkontext des LVMS
2.2 Benutzerklassen des LVMS
2.3 Funktionen des LVMS
2.4 Rahmenbedingungen des LVMS
2.5 Annahmen und Abhängigkeiten der Anforderungen an das LVMS
3. Anforderungen an das LVMS
3.1 Funktionale Anforderungen an das LVMS
3.2 Qualitätsanforderungen an das LVMS

**Abbildung 6: Strukturierung des LVMS Anforderungsdokumentes**

#### Modellbasierte Anforderungsdokumentation

Zur Modellierung der Ziele des LVMS wurden insgesamt sechs Und-Oder-Graphen eingesetzt. Im Rahmen der Szenariodokumentation wurden für die zerlegten Unterziele einer Benutzerklasse insgesamt 16 getrennte, nummerierte Szenarien dokumentiert. Die nummerierte Dokumentation von Szenarioschritten stellt prinzipiell eine natürlich sprachliche Anforderungsdokumentation dar. Im vorliegenden Fall wurden sie allerdings ausschließlich als Mittel eingesetzt, die Akteure und die Funktionen der Szenarien zu identifizieren. Diese dienten sodann zur Erstellung von fünf Use-Case-Diagrammen, welche pro Benutzerklasse die Szenarien in einer Darstellung verschiedener Use-Cases bündeln.

Die Use-Case-Diagramme und die strukturierte, textuelle Szenariodokumentation wurden anschließend kombiniert eingesetzt, um fünf Aktivitätsdiagramme abzuleiten. Wie bereits in Kapitel 5.2 aufgezeigt, resultiert die Dokumentation durch Aktivitätsdiagramme in Artefakten, welche nicht mehr die Szenarien, sondern die lösungsorientierten Anforderungen beschreiben.

## 8. KRITISCHE REFLEXION DER VORGEHENSWEISE

Der vorliegende Artikel hat ein Verfahren zur strukturierten Anforderungserhebung im Kontext der öffentlichen Verwaltung vorgestellt. Der Fokus lag dabei auf der Strukturierung von Anforderungsdokumenten sowie dem eigentlichen Prozess der Anforderungsgewinnung. Ferner wurde die Anwendung des entwickelten Verfahrens sowie der strukturierten Darstellungsform der Anforderungen im Rahmen des Projektes der Universität Bayreuth zur Konsolidierung der universitären Informationssysteme dargelegt.

Neben der Strukturierung von Anforderungsdokumenten ist die Struktur der einzelnen Anforderung entscheidend für die Verständlichkeit des Anforderungsdokumentes. Natürlichsprachliche Dokumentation birgt dabei den großen Vorteil, dass die Adressaten in der Regel keiner einführenden Schulung bedürfen, um das Anforderungsdokument verstehen zu können. Demgegenüber steht der Nachteil, dass die natürliche Sprache stets einen Interpretationsspielraum besitzt [24, 120]. Dieser Spielraum kann sowohl beim Erstellen als auch beim Lesen eines Anforderungsdokumentes zu inhaltlichen Verzerrungen führen, die letztlich in inadäquaten Systementwürfen resultieren. Um diesen Nachteil der Mehrdeutigkeit einzudämmen, eignen sich syntaktische Anforderungsmuster und Glossar, welche in der vorliegenden Arbeit bereits berücksichtigt wurden.

Bei Entscheidern innerhalb einer öffentlichen Verwaltung können die benötigten Vorkenntnisse verschiedener Modellierungssprachen allerdings nicht durchgängig vorausgesetzt werden. Um dieser Unsicherheit vorzubeugen, wurden in dem vorliegenden Artikel modellbasierte Ansätze schwerpunktmäßig im Vorgehensmodell aus Unterkapitel 5 zur Gewinnung von Anforderungen eingesetzt und die modellbasierte Dokumentation in den Anhang verlagert. Potentielle Verbesserungen der Verständlichkeit des Anforderungsdokumentes durch modellbasierte Verfahren konnten daher nicht umgesetzt werden. Aus diesem Grund müssen zukünftige Untersuchungen ausloten, wie die kombinierte Verwendung natürlich sprachlicher und modellbasierter Dokumentation die Verständlichkeit des gesamten Anforderungsdokumentes insbesondere im Rahmen der Anwendungsdomäne einer öffentlichen Verwaltung erhöhen kann.

## 9. LITERATUR

- [1] IEEE 610.12 IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. Technical report, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1990.
- [2] Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen. Technical report, VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, 1991.
- [3] IEEE guide for developing system requirements specifications. Technical report, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1998.
- [4] IEEE recommended practice for software requirements specifications. Technical report, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1998.
- [5] *Research Directions in Requirements Engineering*, 2007.
- [6] UML 2.1.2 Superstructure Specification. Technical report, Object Management Group (OMG), November 2007.
- [7] D. M. Berry and M. M. Krieger. From Contract Drafting to Software Specification: Linguistic Sources of Ambiguity - A Handbook Version 1.0, 2000.
- [8] F. P. Brooks. No Silver Bullet Essence and Accidents of Software Engineering. *Computer*, 20:10–19, 1987.
- [9] B. H. C. Cheng and J. M. Atlee. Current and future research directions in requirements engineering. In W. Aalst, J. Mylopoulos, N. M. Sadeh, M. J. Shaw, C. Szyperski, K. Lyytinen, P. Loucopoulos, J. Mylopoulos, and B. Robinson, editors, *Design Requirements Engineering: A Ten-Year Perspective*, volume 14 of *Lecture Notes in Business Information Processing*, pages 11–43. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [10] A. Fink, G. Schneidereit, and S. Voß. *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. Physica-Verlag, 2nd edition, 2005.
- [11] H. Fischer and C. Hartau. Stine an der universität hamburg zur einföhrung eines integrierten campus management systems. In *Proceedings of the Wirtschaftsinformatik 2009, Wien*, pages 533–542, 2009.
- [12] A. L. Glass and K. J. Holyoak. *Cognition*. Random House, 1986.
- [13] A. M. Hickey and A. M. Davis. A Unified Model of Requirements Elicitation. *Journal of Management Information Systems*, 20(4):65–84, 2004.
- [14] H. Holbrook, III. A scenario-based methodology for conducting requirements elicitation. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 15(1):95–104, 1990.
- [15] M. Jarke and K. Lyytinen. High impact requirements engineering. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 52:115–116, 2010. 10.1007/s11576-010-0218-2.
- [16] W. Lassmann, J. Schwarzer, and D. Ehrenberg. *Wirtschaftsinformatik: Nachschlagewerk für Studium und Praxis*. Gabler, 1st edition, 2006.
- [17] K. Pohl. *Requirements Engineering: Grundlagen, Prinzipien, Techniken*. dpunkt, Heidelberg, 2nd edition, 2008.
- [18] S. Robertson and J. Robertson. *Mastering the Requirements Process*. Addison-Wesley Professional, 2nd edition, 2006.
- [19] J. Rumbaugh, I. Jacobson, and G. Booch. *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Pearson Higher Education, 2nd edition, 2004.
- [20] C. Rupp. *Requirements-Engineering und -Management: Professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis*. Hanser, München, 5th edition, 2009.
- [21] C. Rupp, J. Hahn, S. Queins, M. Jeckle, and B. Zengler. *UML2 glasklar: Praxiswissen für die UML-Modellierung und -Zertifizierung*. Hanser Verlag, 3rd edition, 2007.
- [22] A.-W. Scheer. *Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*, volume 7. Springer, 1997.
- [23] E. Seidewitz. What Models Mean. *IEEE Software*, 20(5):26–32, 2003.
- [24] A. van Lamsweerde. *Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications*. Wiley, 2009.
- [25] E. S. K. Yu. Towards Modeling and Reasoning Support for Early-Phase Requirements Engineering. In *RE '97: Proceedings of the 3rd IEEE International Symposium on Requirements Engineering*, 1997.

# Risikosteuerung bei der Anpassung von Behandlungsabläufen für die elektronische Gesundheitskarte

Sebastian Teichmann

Technische Universität München  
Boltzmannstrasse 3  
85748 Garching bei München  
+49-89-289-19532  
sebastian-teichmann@web.de

Sebastian Dünnebeil

Technische Universität München  
Boltzmannstrasse 3  
85748 Garching bei München  
+49-89-289-19598  
duennebe@in.tum.de

Ali Sunyaev

Universität zu Köln  
Pohligstrasse 1  
50969 Köln  
+49-221-470-5397  
sunyaev@wiso.uni-koeln.de

Helmut Krcmar

Technische Universität München  
Boltzmannstrasse 3  
85748 Garching bei München  
+49-89-289-19532  
krcmar@in.tum.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) werden Anpassungen in den Abläufen von Praxen und Kliniken notwendig. Die medizinischen und administrativen Prozesse müssen kompatibel zur eGK gemacht werden. Aber diese Anpassungen können nicht durchgeführt werden ohne dass dabei Risiken entstehen.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Betrachtung des Sicherheitsaspekts von Informationen. Es wird untersucht, welche Risiken bezüglich der Informationssicherheit durch die Einführung der Gesundheitskarte entstehen. Da die bundesweite Einführung der Karte noch nicht vollzogen wurde, gibt es noch keine empirischen Aussagen zu möglichen Risiken, die in der Zukunft entstehen können.

Dieser Beitrag stellt entsprechend Risiken vor, die entstehen können, wenn medizinische Behandlungsabläufe an die eGK angepasst werden. Untersucht werden Risiken, die die Informationssicherheit von Behandlungsabläufen bedrohen. Dabei liegt der Fokus auf der Einhaltung von Informationssicherheit. Nach der detaillierten Betrachtung einzelner Risiken wird ein Maßnahmenkatalog vorgestellt. Anschließend werden Möglichkeiten aufgezeigt zukünftigen und dynamischen Risiken zu begegnen.

## Schlüsselwörter

Elektronische Gesundheitskarte, Sicherheitsanalyse, Risikomanagement, Informationssicherheit, integrierte Gesundheitsversorgung, Patientensicherheit, eHealth.

## 1. Einleitung

### 1.1 Ausgangssituation

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Gesundheitssystems, Qualitätssteigerung bezüglich der Versorgung durch vernetzte Gesundheitseinrichtungen und mehr Entscheidungsautonomie der Versicherten – all dies sind Ziele, die durch die bundesweite Einführung der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) angestrebt werden.

den [1, 23]. Die Realisierbarkeit der eGK-Einführung wird von verschiedenen Seiten bezweifelt und stößt besonders unter den Ärzten auf Ablehnung [30]. Auch bei den Patienten herrscht Zurückhaltung [26]. Hauptkritikpunkt ist die Wahrung des Datenschutzes [27].

Das Telematikprojekt in Deutschland umfasst 80 Millionen Versicherte, 140 000 Praxen, 2 200 Krankenhäuser, 20 000 Apotheken. Zusammen produzieren sie jährlich 700 Millionen Rezepte und 900 Millionen Verordnungen [9, 33]. Hinter diesen Zahlen verbergen sich enorme Kosten, die durch die Einführung der eGK in erheblichem Umfang reduziert werden könnten. Betrachtet man die Kosten für die Telematikinfrastruktur und den Aufbau der Anwendungen ohne die Kosten für die Erstausgabe der Karten zu berücksichtigen (siehe Tab. 1), ist ein Nettonutzen von 0,5 Milliarden Euro zu erwarten, der bis auf 9,0 Milliarden Euro anwachsen kann [4].

**Tabelle 1: Gesamtkosten für die Einführung der Gesundheitskarte über 10 Jahre**

Variante	Gesamtnutzen	Kosten	Nettonutzen
Minimum	7,5	9,5	-2,0
Erwartung	14,1	13,6	0,5
Maximum	29,5	20,5	9,0

Die Anwendungen der eGK lassen sich in einen Pflicht- und einen freiwilligen Teil gruppieren. Die Übermittlung der Versichertenstammdaten, das elektronische Empfangen und Einlösen von Verordnungen (eVerordnung) und die Verwendung der eGK als Europäische Krankenversicherungskarte auf der Rückseite gehört nach § 291a Abs. 2 zu den Pflichtfunktionen. Optional sollen zukünftig medizinische Notfalldaten, elektronische Arztbriefe und Daten zur Arzneimitteltherapiesicherheit, die elektronische Patientenakte (ePA), sowie das elektronische Patientenfach und Quittung gespeichert werden. Aktuell werden nur die Versichertenstammdaten und der elektronische Arztbrief implementiert [10, 13, 43].

### 1.2 Problemstellung

Die Bedenken der Kritiker der eGK sind nicht unberechtigt, da bei der Anpassung der medizinischen Abläufe an die eGK Risiken entstehen [35]. Da die Risiken unumgänglich sind, ist der sichere Umgang mit diesen Risiken entscheidend. Die Risikovermeidung, also das Vermindern des Risikos auf null, ist keine Option, da ein

100-prozentiges Maß an Sicherheit nur theoretisch existiert [31]. Um nicht nur die datenschutzrechtlichen Risiken bei der Prozessanpassung zu erfassen, muss beim Vorgehen nicht nur die Komplexität und Dynamik von medizinischen Abläufen, sondern auch die Abläufe im Gesamtkontext einer ganzen Institution berücksichtigt werden. Es erscheint zu schwierig, die dynamischen Gegebenheiten und komplexen Abläufe in medizinischen Institutionen systematisch zu erfassen. Erschwerend kommt hinzu, dass die bundesweite Einführung der eGK noch nicht vollzogen ist. Eine Analyseverfahren muss demnach zukünftige Gegebenheiten untersuchen. Außerdem unterliegen medizinische Behandlungsprozesse auf Grund von technologischem Fortschritt und sich ändernden Gesetzen, einer enormen Komplexität und Dynamik [28].

### 1.3 Aufbau der Arbeit

Zunächst wird die Sichtweise bzw. der Fokus dieser Arbeit vorgestellt. Mit diesem Blickwinkel werden mögliche Risiken diskutiert, die auftreten können, wenn medizinische Behandlungsabläufe an die eGK angepasst werden. Anschließend werden Lösungsmaßnahmen genauer betrachtet. Dabei werden zunächst ausgewählte Lösungsmöglichkeiten genauer vorgestellt, um deren Besonderheiten hervorzuheben. Dabei ist der gewählte Blickwinkel stets auf die Informationssicherheit gerichtet. Anschließend wird der Maßnahmenkatalog erläutert. Er dient als Vorschlag, den Risiken zu begegnen, die bei der Anpassung von medizinischen Behandlungsabläufen an die eGK auftreten können. Da sich im medizinischen Umfeld Risiken verändern und neue hinzukommen können, werden abschließend Möglichkeiten vorgeschlagen, die diese Problematik aushebeln zu können.

### 1.4 Fokus

Kopfzerbrechen bereitet den Kritikern vor allem die Sicherheit von elektronisch gehaltenen Gesundheitsdaten [30]. Sicherheit ist die Freiheit von unvermeidbaren Risiken. Das wird der Abwesenheit von Risiken gleichgesetzt [6]. Ziel der Informationssicherheit ist der Schutz aller Informationen einer Institution. Dazu gehören elektronisch und auf traditionellen Medien gespeicherte Informationen, sowie das Wissen in den Köpfen der Mitarbeiter [22]. Das Management der Informationssicherheit schützt den Erhalt der Grundwerte der Informationssicherheit. Dabei versteht man, nach dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik [4] unter den klassischen Grundwerten der Informationssicherheit

**Tabelle 2: Die klassischen Grundwerte der Informationssicherheit**

Grundwert	Beschreibung
Vertraulichkeit	Informationen sind nur für einen bestimmten Personenkreis zugänglich. Weitergabe an Dritte oder der Zugriff von unbefugten Personen muss entsprechend verhindert werden.
Verfügbarkeit	Informationen sind zur richtigen Zeit und in der richtigen Menge verfügbar. Dabei sind Performanz und Erreichbarkeit genauso entscheidend wie die Ausfallsicherheit.
Integrität	Informationen sind vollständig, unverfälscht und konsistent. Veränderungen können bewusst, unabsichtlich oder durch Verarbeitungsfehler verursacht werden.

## 2. Identifizierte Risiken

### 2.1 Datenübermittlung

Zu den Elementarrisiken der Integrität zählen beispielsweise Tippfehler, Vorsatz und der Transfer zwischen ePA, e-Rezept und e-Arzneimitteldokumentation. Tippfehler auszuschließen ist nicht möglich, da es in der Natur der Menschen liegt Fehler zu machen. Der Einsatz von Plausibilitätsprüfungen auf Maschinenseite ist nur in begrenztem Maße möglich. Nur bei extremen Abweichungen von Normalwerten kann der Benutzer darauf hingewiesen werden, seine Eingabe nochmals zu überprüfen. Würde der User bei jeder Eingabe zur Überprüfung aufgefordert, würde die Anforderung zur Normalität werden und hätte somit ihren Zweck verfehlt. Die Eignung einer Plausibilitätsprüfung hängt also von der Wahl des Toleranzbereichs bei den Eingabewerten ab. Größter Komplexitätsfaktor beim Transfer von Gesundheitsdaten zwischen ePA, e-Rezept und e-Arzneimitteldokumentation sind Schnittstellen, da diese Daten äußerst sensibel sind. Da es keine einheitliche Spezifikation für die Gestaltung von Schnittstellen in medizinischen Informationssystemen gibt, haben die meisten Systeme proprietäre Schnittstellen [26]. Insellösungen bei den Praxis- und Klinikinformationssystemen erschweren aber eine einheitliche Kommunikation [25]. In Testregionen der eGK, wie beispielsweise der Modellregion Bochum-Essen, wird die eGK versuchsweise ausgerollt. Dabei umfasst die Testregion Bochum-Essen 24 Arztpraxen, 15 Apotheken, zwei Krankenhäuser und rund 8600 Versicherte [24]. In solchen Modellregionen werden die bestehenden Praxis- und Klinikinformationssysteme an die eGK angepasst. Würde mit der eGK ein bestimmtes Pflicht-Informationssystem für Praxen und Kliniken eingeführt, wären einheitliche Schnittstellen einfacher zu realisieren.

### 2.2 Informationsversorgung

#### 2.2.1 Integrität und Verfügbarkeit von Notfalldaten

Wenn die Integrität oder die Verfügbarkeit der Informationsversorgung bei einem Notfall bedroht ist, kann die persönliche Unversehrtheit gefährdet sein. Es ist denkbar, dass durch eine Inkonsistenz eine falsche Initialtherapie während eines Krankentransportes durchgeführt wird. Dadurch können direkte Schädigungen bei den Patienten auftreten. Die Verfügbarkeit von Notfalldaten ist noch kritischer. Sind Informationen jedoch überhaupt nicht verfügbar, kann der Mensch den Fehler meist nur durch eine Offensichtlichkeit korrigieren, wie beispielsweise Azetongeruch im Atem eines Diabetikers, der kurz vor einem Diabetes-Koma steht [44] oder die Atemnot eines Asthmapatienten, der einen akuten Anfall hat.

#### 2.2.2 Vertrauensverhältnis Patient - Arzt

Unter Vertraulichkeit versteht man, dass Informationen nur einem bestimmten Personenkreis zugänglich sind. Im Gesundheitswesen stellt diese Vertraulichkeit vorrangig die Beziehung zwischen Arzt und Patient dar. Dieses Vertrauensverhältnis wird durch die ärztliche Schweigepflicht, die aus der Genfer Deklaration des Weltärztebundes stammt, geschützt [46]. Das bestätigt auch das StGB unter § 203, Abs. 1. Generell gilt, dass ein Arzt von seiner Schweigepflicht entbunden werden kann, wenn der Patient mit der Preisgabe einverstanden ist [37]. Bereits im Jahr 2000 bearbeitete das Oberlandesgericht Frankfurt eine Klage, die forderte, dass ein Arzt sein Schweigen gegenüber nahestehenden Personen des Patienten brechen muss, wenn dieser an AIDS erkrankt ist [37]. § 34 StGB besagt, dass kein rechtswidriges Handeln vorliegt, wenn jemand eine Tat begeht, um eine nicht anders abwendbare Gefahr für sein Leben oder das eines anderen abzuwenden. Das

bedeutet für einen Arzt, dass er juristisch nicht belangt wird, wenn er seine Schweigepflicht bricht um andere zu schützen. Allerdings gilt dies nur, wenn bei Abwägung der widerstreitenden Interessen, das geschützte Interesse das Beeinträchtigte wesentlich überwiegt. Eine falsch gewichtete oder nicht durchgeführte Abwägung, wie sie im § 34 StGB gefordert wird, kann einem Arzt als rechtswidrige und schuldhaft Verletzung von ärztlichen Pflichten angelastet werden [37]. Ein Arzt hat demnach seine Schweigepflicht zu brechen, wenn er damit eine gegenwärtige, nicht anders abwendbare Gefahr für sein Leben oder das eines anderen abwenden kann. Der Schweigepflicht aus § 203 StGB steht also die Offenbarungsbefugnis aus § 34 StGB gegenüber. Das führt beispielsweise zu der Fragestellung, ob ein Arzt die Verkehrsbehörde über einen durch eine Erkrankung fahrtüchtig gewordenen, aber uneinsichtigen Patienten informieren muss oder genauer formuliert: Wann muss ein Arzt seine Schweigepflicht brechen um Dritte vor dem Patienten zu schützen? Verschärft wird diese Überlegung, wenn es sich beispielsweise um lebensbedrohliche Krankheiten wie etwa HIV/AIDS handelt, die nicht an die Gesundheitsbehörden gemeldet werden müssen. Diese Krankheit gehört nicht zu Erkrankungen, wie Diphtherie, Tuberkulose oder Virus-Hepatitis, die nach § 3 des Bundesseuchengesetzes meldepflichtig sind. Diesbezüglich gibt es also keine eindeutige Offenbarungspflicht. Über eine rechtliche Verpflichtung des Arztes zur Offenbarung wird in der medizinrechtlichen Literatur diskutiert [37]. In Bezug auf die elektronische Haltung von Gesundheitsdaten ist dieser Sachverhalt nicht geklärt. Nach dem informationellen Selbstbestimmungsrecht ist der Patient Herr seiner Daten. Somit darf nur er einen Arzt von seiner Schweigepflicht entbinden. Das bedeutet, der Patient entscheidet, ob seine Aids-erkrankung bestimmten Personen bekannt gemacht werden darf. Hingegen sieht das Bundesseuchengesetz vor, bei Erkrankungen, die das Allgemeinwohl bedrohen können, eine Meldung zu machen [37]. Der Patient wird also zum Wohle der Allgemeinheit von seinem informationellen Selbstbestimmungsrecht entbunden. Eine elektronische Unterstützung zur gesetzlichen Meldepflicht besteht darin, die Meldung einer meldepflichtigen Erkrankung elektronisch abzuwickeln. Dies würde auch den Arzt entlasten, wenn er etwa die Diphtherie-Erkrankung eines Patienten melden muss, wenn der Patient ihn aber dringend darum gebeten hat, dies nicht zu tun.

Bevor die Gesetzeslage nicht eindeutig geklärt ist, bedarf es keinen weiteren Überlegungen zu den datenschutzrechtlichen Fragen.

## 2.3 Zugriffsverwaltung

### 2.3.1 Vertraulichkeit

Eine Verletzung der Vertraulichkeit gilt als Verstoß gegen Gesetz, da die Deklaration von Genf einem Gesetz gleichgesetzt wird. Dort heißt es, dass alle Geheimnisse eines Patienten zu wahren sind [37]. Unterstellt man, wie im Falle einer Zugriffsverletzung, dass beispielsweise unbefugte Personen Zugriff auf vertrauliche Daten haben, so können geheime Daten nicht geschützt werden. Weitere Risiken sind aus Abbildung 1 ersichtlich.

### 2.3.2 Informationelles Selbstbestimmungsrecht

Um das informationelle Selbstbestimmungsrecht zu schützen, kann der Patient bestimmen, welche Einwilligungen er zu den freiwilligen Anwendungen der eGK gewährt [38]. Eine Pflichtanwendung der eGK ist die Kostenabrechnung mit der Krankenkasse. Da der Versicherte keine Wahlmöglichkeit hat, ist das Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung in diesem Fall gesetzlich stark eingeschränkt. Bei den freiwilligen Anwendungen, wie beispielsweise der ePA oder dem e-Arztbrief, können

Patienten selbst darüber entscheiden, ob sie diese nutzen möchte oder nicht. Der Patient muss seine Einwilligung zu einer konkreten Patientendatenverarbeitung des Arztes innerhalb einer Anwendung freigeben. Schließlich kann der Versicherte auch einzelne Rezept-, Diagnose- oder Behandlungsdaten auf der eGK löschen lassen. Dabei ist es Aufgabe der Krankenkassen ihre Patienten zu informieren. Dies hat spätestens bis zur Versendung der Karte zu erfolgen und dabei muss die Krankenkasse allgemein verständlich über Funktionsweise und enthaltene Daten informieren. Das Bundesdatenschutzgesetz fordert in § 4a, dass die Aufklärung alle Anwendungs- und Wahlmöglichkeiten umfasst. Für alte, schwer kranke oder geistig nur beschränkt aufnahmefähige Personen kann es jedoch ein Problem darstellen, die datenschutzrechtlichen Anforderungen zu verstehen [32]. Um die Forschung im Gesundheitswesen voran zu bringen, werden Daten aus dem Behandlungsbereich genutzt. Diese Daten werden anonym ins Forschungslabor übertragen. Medizinische Kompetenznetze schaffen dabei die Datenbasis, die zur Erforschung nötig ist, um Krankheiten wie HIV/AIDS, Rheuma, Parkinson und Herzinsuffizienz zu erforschen [32]. Im Fall der Datennutzung durch die Forschung ist eine Aufklärung durch einen Mediziner notwendig. Hier besteht jedoch die Gefahr, dass diese Aufklärung die Aufnahmefähigkeit und das Verständnis des Betroffenen übersteigt. Deshalb ist es möglich, dass der Patient diese Entscheidungen und Pflichten nicht als Ausübung seines Freiheits- und Gestaltungsrechts sieht, sondern als belastend empfindet [32]. Die Flut von Informationen und Einwilligungsanforderungen in Gesundheitsprojekten und der Forschung im Gesundheitswesen bedroht das informationelle Selbstbestimmungsrecht [26]. Es besteht die Gefahr, dass diese Vielzahl das Recht auf informationelle Selbstbestimmung in ihr Gegenteil umkehrt. Das bedeutet, dass der Träger sein Recht auf Selbstbestimmung nicht ausüben kann, weil er seine Entscheidungsaufgabe nicht versteht. Es besteht daher Bedarf daran, die Patienten bei ihren Entscheidungen zu entlasten, etwa in Form einer Beratungsleistung. Dabei ist aber die grundsätzliche Entscheidungsfreiheit zu bewahren, damit der Patient über seine Teilnahme entscheiden kann, wie beispielsweise bei einer der freiwilligen eGK-Anwendungen oder einer Forschungsstudie. Dabei sollten auf eine rechtzeitige Beteiligung der Datenschutz-Kontrollbehörden gesetzt werden, um das Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung zu schützen [32].

### 2.3.3 Zusammenfassung

Die Risiken im Bereich der Datenübermittlung bedrohen hauptsächlich die Integrität der Gesundheitsdaten. Missgeschicke, wie etwa Tippfehler, sind nicht auszuschließen. Die Komplexität der Schnittstellen zwischen den Anwendungen der eGK und den medizinischen Informationssystemen ist ein weiterer Risikofaktor bei der Datenübermittlung. Bei der Informationsversorgung kommt der Verfügbarkeit von Notfalldaten eine besondere Rolle zu. Sind sie nicht verfügbar, ist ein Schaden an Personen zu erwarten. Das Arzt-Patienten-Verhältnis ist durch die elektronische Unterstützung bei der Meldepflicht bedroht. Wie groß diese Bedrohung ist, hängt davon ab, wie weitreichend diese Unterstützung realisiert wird. Der Patient kann bis auf die Pflichtanwendungen selbst bestimmen welche Daten auf seiner eGK gespeichert werden sollen. Dabei bietet sich für Versicherte die Möglichkeit, die Forschung voran zu treiben. Dafür muss der Patient jedoch sein Einverständnis geben. Diese Möglichkeit erhöht gleichzeitig den Entscheidungsaufwand für die Versicherten. Versteht ein Versicherter die Entscheidung, die er treffen soll nicht, kann er sein Recht auf informationelle Selbstbestimmung nicht ausüben.

### 3. Lösungen

#### 3.1 Informationsversorgung

Der Zugriff benötigt generell eine technische Absicherung der Autorisierung des Versicherten, beispielsweise durch eine PIN oder biometrische Merkmale. § 291 a Abs. 5 Satz 1 schließt dabei die Notfalldaten aus [14]. Dies verhindert eine Zeitverzögerung durch Autorisierungsmechanismen. Führt ein Notfallopfer seine eGK nicht mit sich oder ist sie funktionsuntüchtig, sollte eine Alternativlösung bereitstehen. Eine zentrale Stelle, die Notfalldaten preisgibt, wäre denkbar. Diese Lösung würde aber wieder Verfahrens- und Datenschutzfragen aufwerfen. Genauso muss es für den Fall von Kartenverlust oder Diebstahl eine Sperrmöglichkeit geben [14]. Auch hier wäre die Lösung mithilfe eines Callcenters denkbar. Geht eine eGK verloren, wird ein Callcenter über den Verlust informiert und sperrt die Karte bei der nächsten Synchronisation. Dafür sind Autorisierungsverfahren nötig, um den Datenschutz zu gewährleisten und Missbrauch zu verhindern. Risiken für die Notfalldatenversorgung sind: eine falsche Therapie, keine Initialtherapie während des Krankentransportes oder eine falsche Einschätzung der Dringlichkeit von Maßnahmen. Der Grund für das Nicht-Erkennen der Dringlichkeit liegt möglicherweise darin, dass sich, aus der Sicht des Transportauftrags-Empfängers, Notfall oder Nicht-Notfall nicht klar voneinander unterscheiden lassen. Es müssen also Maßnahmen durchgeführt werden, um die Priorität von Behandlungsinformationen während des Krankentransports deutlich darzustellen. Das verhindert die Fehlinterpretation der Dringlichkeit. Eine Möglichkeit ein Übersehen zu verhindern ist, dem Krankentransportauftrag ein großes, rotes Ausrufezeichen beizufügen. Wird der Transportauftrag elektronisch übermittelt, müsste ein Ausrufezeichen weggeklickt werden. Damit das schnellstmöglich passiert, wird solange ein Warnton ausgegeben, bis das Warnsymbol weggeklickt wird. Wird der Krankentransportauftrag auf Papier weitergeleitet, kann die Aufmerksamkeit nur optisch erzwungen werden. Dabei ist das Gewöhnungsverhalten zu beachten. Ist jeder Krankentransportauftrag mit der höchsten Priorität versehen, weil der Auftraggeber den Auftragnehmer zu einer schnelleren Arbeitsweise drängen will, ist es dem Transporteur nicht mehr möglich, die wirklich wichtigen Aufträge von den weniger wichtigen Aufträgen zu unterscheiden. Der Krankentransportauftrag hat eine entscheidende Rolle für die Therapie während des Krankentransportes. Er beinhaltet Informationen zur Identifizierung des Patienten und zur Behandlung während des Transportes. Die eGK dient in diesem Fall als Informationsversorgung für Medikations-, Behandlungs- und Notfalldaten. Um ein Übersehen von Therapieanweisungen auszuschließen, darf die Anweisung nicht in Form von Text auf dem Auftrag vermerkt sein. Es ist eine eindeutige Form nötig, um klarzustellen, ob eine Therapie während des Krankentransportes durchzuführen ist. Ein Kästchen stellt hier eine akzeptable Lösung dar. Es ermöglicht praktisch ohne Zeitaufwand, eindeutig zu erkennen, ob eine Therapie verordnet ist. Die Therapieanweisungen müssen hingegen als Text angegeben werden. Die Verfügbarkeit stellt das Hauptkriterium in Bezug auf Notfalldaten dar. Gerade diese Daten müssen hochverfügbar sein. Ist der Zugriff auf diese Daten gestört, ist das Leben des Patienten unmittelbar bedroht.

Der Speicherort von Notfalldaten wird in § 291a Abs. 3 SGB V geregelt. Dieser Paragraph schreibt vor, dass Notfalldaten auf der eGK selbst und nicht auf einem entfernten System gespeichert werden müssen. Dies soll die Verfügbarkeit vor Störungen des Netzzugangs schützen [41]. Darüber hinaus regelt § 291a Abs. 3

SGB V, dass e-Arztbrief, e-Arzneimittelsicherheit und ePA lediglich von Ärzten, Zahnärzten und Apotheken abgerufen werden dürfen. Notfalldaten jedoch dürfen von allen Inhabern von Heilberufsausweisen abgerufen werden [14]. Das verhindert, dass im Notfall ein Mediziner daran gehindert wird, Hilfe zu leisten, nur weil er keiner der oben genannten zugriffsberechtigten Gruppen angehört.

#### 3.2 Zugriffsverwaltung

Das Zugriffsmanagement, dargestellt in Abbildung 1, verzweigt sich in die Mitarbeiter-Rechte und in die Rechte, die Patienten vergeben. Die Eintrittswahrscheinlichkeit kann durch eine Verringerung der Komplexität der Aufgabe Rechteverwaltung gesenkt werden. Gruppiert man die Mitarbeiter in Klassen, lassen sich diesen Klassen bestimmte Rechte zuordnen, die sie für ihre Aufgabenerfüllung benötigen. Für den Fall einer Beförderung, eines Aufgabenwechsels oder dem Ausscheiden eines Mitarbeiters, wäre es nicht erforderlich, sich erneut über die benötigten Rechte des Mitarbeiters Gedanken zu machen und dabei Fehler zu machen. Vielmehr bekommt der Mitarbeiter die seiner Position entsprechende Rechteklasse. Werden zusätzliche Rechte benötigt, können diese nachträglich angefragt und Überlegungen angestellt werden, diese Rechte der entsprechenden Klasse zuzufügen. Beispielsweise aufgrund von neuen Behandlungsformen. Es wäre beispielsweise denkbar, das Recht des Einlesens nur an einzelne, ausgewählte Mitarbeiter zu geben, während die eGK noch in der Testphase ist. So könnten die ausgewählten Mitarbeiter die eGK auslesen, aber alle, die ursprünglich über das Recht verfügt haben, könnten immer noch die KVK auslesen. Die Risiken, die von der Zugriffsverwaltung ausgehen, werden durch eine Verbesserung im Zugriffsmanagement vermindert. Eine solche Rechteklassifizierung wurde für die eGK erstellt, vgl. Gematik 2010b [11]. Die Flut von Informationen und Einwilligungsanforderungen in Gesundheitsprojekten und der Forschung im Gesundheitswesen bedroht das informationelle Selbstbestimmungsrecht. Es besteht die Gefahr, dass diese Flut das Recht auf informationelle Selbstbestimmung in ihr Gegenteil umkehrt. Das bedeutet, dass der Träger des Grundrechts auf dieses Recht auch verzichten könnte, weil er die Entscheidungen, die er treffen soll, überhaupt nicht versteht und mit der Entscheidungsfindung überfordert ist [32].

### 4. Maßnahmenkatalog - Checkliste

#### 4.1 Vertraulichkeit

Nachdem nun einzelne Risiken ausführlich vorgestellt wurden, wird nun der Maßnahmenkatalog als Ganzes vorgestellt. Der Katalog enthält mögliche Lösungsszenarien für die Anpassung von medizinischen Behandlungsabläufen an die eGK. Dabei gliedert sich der Katalog nach den klassischen Grundwerten der Informationssicherheit, vgl. Kapitel 1.4. Des Weiteren wäre es nicht verursachungsgerecht in neue Zugangsberechtigungstechniken zu investieren, da die bestehenden Maßnahmen zum Passwortmanagement, wie die des BSI, in der Praxis bestehen [3]. Die eGK löst dieses Problem mit dem Zweikartenprinzip. Es ist gleichermaßen ein Ansatz die Zugriffsverwaltung sinnvoll zu regeln, als auch eine geeignete Maßnahme, die Verwechslungsgefahren zu reduzieren. Einerseits hindert es Unbefugte daran, Zugriff auf Patientendaten zu erhalten, wenn sie keine entsprechenden Rechte haben. Andererseits wird es durch dieses Prinzip unmöglich, die Daten des Patienten B abzurufen, wenn Patient A seine eGK ins Lesegerät steckt. Der Zugriffsverwaltung kommt im Rahmen der integrierten Gesundheitsversorgung eine entscheidende Rolle zu. Sie regelt die Behandlung von Daten beim Austausch zwischen

Institutionen und ist somit der Hauptaspekt beim Schutz der Vertraulichkeit, da auf die Wahrung des informationellen Selbstbestimmungsrechts in der Medizin großen Wert gelegt wird. Allein die Zugriffsverwaltung zu verbessern, indem man beispielsweise, ähnlich zum Datenschutzbeauftragten, einen Zugriffsrechtbeauftragten in einer medizinischen Institution benennt, ist nicht ausreichend, da auch Risiken im Bereich Passwortsicherheit die Vertraulichkeit bedrohen. Deshalb sind strenge Vorgaben nötig, die klar regeln, wer Patientendaten einsehen darf. Dabei ist die Frage

nach dem überforderten Patienten ungelöst. Eine Beauftragung des medizinischen Personals, den Patienten über seine Möglichkeiten, Pflichten und Rechte zu informieren erscheint indiskutabel. Mediziner arbeiten bereits an ihrem Limit und stehen unter einem enormen Kosten- und Zeitdruck [40]. Daher erscheint die Empfehlung, dass sich das medizinische Personal verstärkt auf seine Kernkompetenzen konzentrieren soll, als sinnvoll. Schließlich ist es unter anderem Sinn und Zweck der integrierten Gesundheitsversorgung die Mediziner zu entlasten, damit sie sich

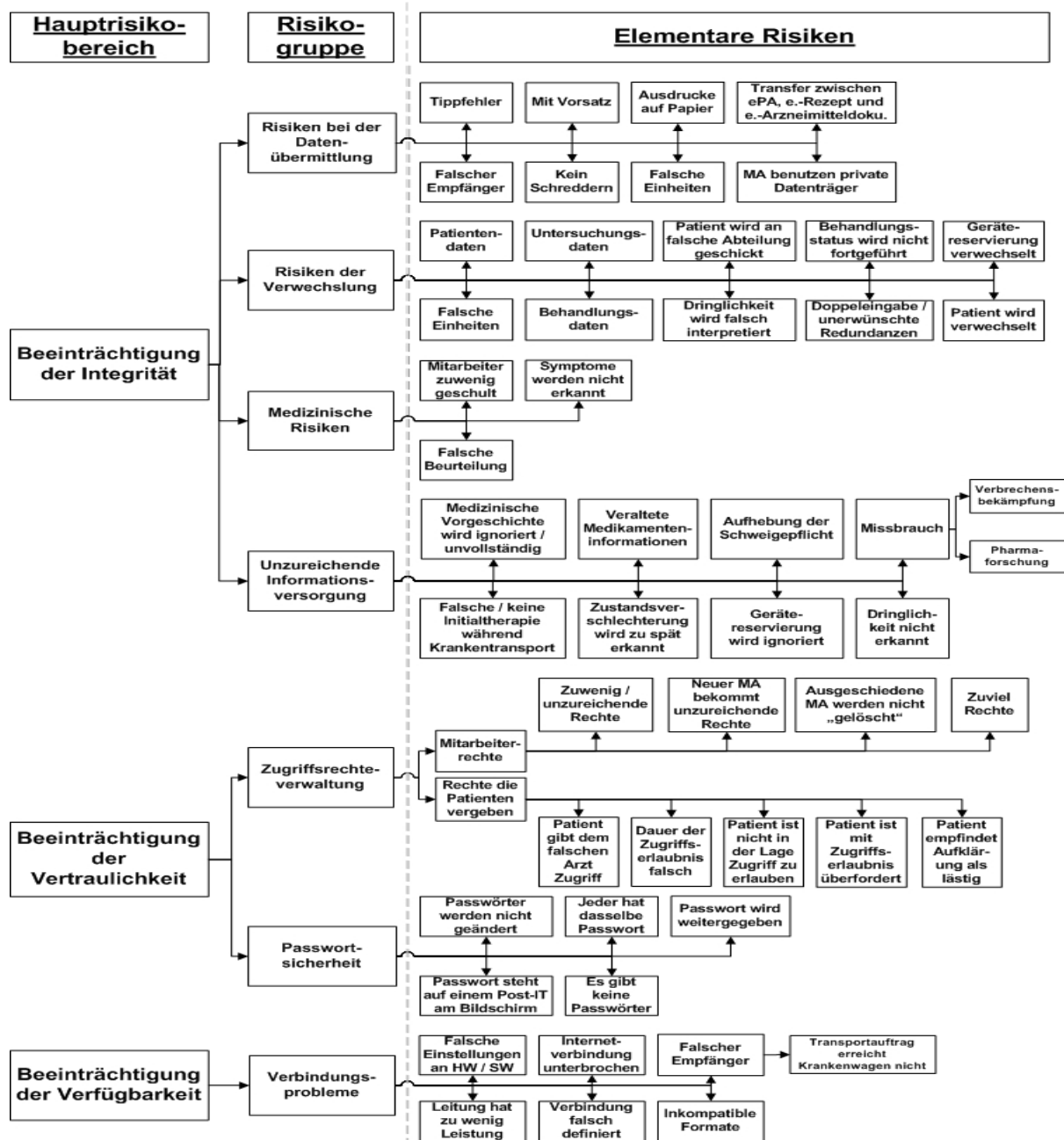


Abbildung 1: Gruppierte Übersicht der Risiken

letztendlich intensiver um Patienten kümmern können. Die Patienten müssen von einem unabhängigen Dritten informiert werden. Dieser Dritte darf weder Vorteile aus einer Zusammenarbeit mit Medizinern, Pharmakonzernen, Krankenkassen, Behörden oder Sonstigen erzielen können. Nur so kann der persönlichen Überforderung des Patienten entgegengewirkt werden [7]. Internetportale oder Telefonhotlines allein reichen hierbei nicht aus. Da es sich um sensible Patientendaten handelt und deshalb die damit verbundenen Kommunikationsaufgaben aus Patientensicht komplex sein können, sollte gemäß der Media-Richness-Theorie ein „reiches“ Kommunikationsmedium gewählt werden [34]. Deshalb ist persönlicher Kontakt bei der Beratung notwendig. Um den Risiken der Zugriffsverwaltung – „Rechte, die Patienten vergeben“ (vgl. Abb. 1) entgegen zu wirken, sind Stellen, Büros oder Behörden eine Lösung, an die sich ein Patient vertrauensvoll wenden kann, wenn er beispielsweise nicht versteht, ob und wie er eine Zugriffserlaubnis zeitlich begrenzen kann [32]. Es soll nicht festgelegt werden wie weit der Zuständigkeitsbereich dieser Stellen gehen soll. Es ist möglich, dass der Patient sich auch an diese Stelle wendet, wenn er Fragen allgemeiner Natur bezüglich der eGK oder der integrierten Gesundheitsversorgung hat.

Eine Kosten-Nutzen-Überlegung setzt die Bestimmung der Granularität der Stellen voraus. Es ist nicht realisierbar in jedem Ort ein Büro für Fragen zur elektronischen Gesundheitsversorgung einzurichten. Die Verdichtungsrate muss so gewählt werden, dass es für die Bürger erreichbar ist, aber dennoch der Kosten-Nutzen-Faktor dieser Maßnahme berücksichtigt wird.

Durch diese Maßnahmen könnte gleichzeitig auch der Überforderung der Patienten entgegengewirkt werden, wodurch sich die Kosten-Nutzen-Bilanz verbessert.

## 4.2 Verfügbarkeit

Ein Ausfall von Nicht-Notfalldaten hat keine lebensbedrohlichen Auswirkungen, außer es kommt durch den Ausfall zu einer Fehlbehandlung. Selbst bei Ausfallzeiten bis zu 24 h ist in der Regel kein Schaden zu erwarten. Notfalldaten hingegen sollten hochverfügbar sein. Die Beeinträchtigung der Verfügbarkeit stellt eine direkte Gefahr für den Patienten dar. Gesetzlich ist geregelt, dass Notfalldaten nicht auf einem entfernten System liegen dürfen [11]. Mit dieser Regelung werden Störungen, die mit dem Zugang zu einem System zusammenhängen, vermieden. Durch die Speicherung direkt auf der eGK ist ein unmittelbarer Zugriff durch autorisierte Personen möglich. Um die Verfügbarkeit noch weiter zu sichern, wurden die Regelungen bezüglich der autorisierten Personen gelockert. Während der elektronische Arztbrief und die ePA nur von Ärzten, Zahnärzten und Apotheken abgerufen werden können, ist es allen Heilberufsausweis-Inhabern gestattet, Notfalldaten abzufragen. Darüber hinaus benötigt dieses Abfragen keine Autorisierung, wie beispielsweise durch eine PIN. Angesichts der Überlegung, dass ein Notfall oft mit Bewusstlosigkeit einhergeht oder der Patient selbst nicht mehr in der Lage ist, sich zu autorisieren, könnte diese Regelung einen großen Beitrag zur Sicherung der Verfügbarkeit leisten. Ein Callcenter löst das Problem gestohlener eGKs und sichert gleichzeitig die Verfügbarkeit bei Kartenverlust. Dadurch würde jedoch auch die Vertraulichkeit gefährdet. Entsprechende Autorisierungsverfahren werden hier benötigt. Es müssen manuelle Ausweichmöglichkeiten bereitstehen um Störungen technischer Art überbrücken zu können [15]. Dabei ist, wie im Beispiel des Callcenters zu beachten, dass eine Steigerung der Verfügbarkeit mit einer Verringerung der Vertraulichkeit einhergeht. Grund dafür ist die Diskrepanz zwischen Vertraulichkeit und Verfügbarkeit. Eine Steigerung der Verfüg-

barkeit bedingt eine Verringerung der Vertraulichkeit. Da in dem oben genannten Beispiel des Callcenters die Vertraulichkeit durch das Herausgeben von Notfallinformationen ohne Autorisierung geschehen könnte, muss dieser Wortlaut umgedreht werden. In diesem Fall heißt es, dass durch die Verringerung der Vertraulichkeit die Verfügbarkeit erhöht wird.

## 4.3 Integrität

Auf den ersten Blick scheint es ein leichtes zu sein, Doppelerfassungen, beispielsweise in einer elektronischen Patientenakte, zu vermeiden. Bei der Eingabe eines Wertes wird lediglich der Eingabewert mit allen bereits vorhandenen Daten verglichen. Eine semantische Überprüfung ist hier nicht relevant, da die Daten in der Regel beim ersten Mal genauso eingegeben werden, wie beim zweiten Mal. Dieser Problematik widmen sich XSL-Stylesheets (eXtensible Stylesheet Language). Da in XML-Dokumenten nur Informationen über Inhalt und Darstellung stehen, werden Formatanweisungen in eine XSL-Datei geschrieben [2]. Eine Studie von Ebbesen et al. aus dem Jahr 2001 belegt, dass, beobachtet über einen Zwei-Jahres-Zeitraum, 18,2 % der Todesfälle direkt oder indirekt auf fehlerhafte Arzneimitteldokumentationen zurückzuführen sind [8]. Das entspricht 0,92 % aller Aufnahmen in diesem Zeitraum [39]. Der kritische Faktor bei Doppelerfassungen ist aber nicht die Umsetzung der Überprüfung. Kernpunkt ist die Frage nach dem Zugriff auf die bereits bestehenden Daten. Genauer, ob ein Arzt oder dessen Computer Informationen eines Patienten abrufen darf, um damit eine Überprüfung auf Redundanzen durchzuführen. Einerseits dient diese Überprüfung dem Schutz des Patienten. Da hier normalerweise keine Daten mit unbefugten Personen in Kontakt kommen, gibt es grundsätzlich keine Bedenken. Dabei stellt sich jedoch die Frage, ob der Computer in der Praxis oder Klinik, der die Überprüfung und somit den Zugriff vornimmt, automatisch dazu befugt ist, Daten eines Patienten für eine Überprüfung zum Patientenwohl abzurufen. Die Einwilligung des Patienten, dessen Daten für eine Plausibilitätsprüfung abrufen zu dürfen, könnte auf zwei Möglichkeiten erteilt werden: Die Einwilligung wird gleichzeitig mit der Zugriffseinzwilligung des Patienten eingeholt. Das steht jedoch im Gegensatz zur Vermeidung einer Überforderung des Patienten. Wenn man schon mit der Zugriffseinzwilligung gleichzeitig auch die Einwilligung zur Redundanzen-Überprüfung einholt, könnte gleichzeitig auch noch die Einwilligung eingeholt werden, dass die Krankenkasse den Patienten auf dessen Handy anrufen darf, um zu fragen, ob er denn mit der Behandlung zufrieden war. Es wird eine neue Einwilligung erstellt. Sie besteht parallel zur Einwilligung des Abrufes der Patientendaten. Somit gibt es zwei Einwilligungen, die der Patient erteilen kann. Eine, mit der er einer medizinischen Institution die Erlaubnis erteilt, bestimmte Gesundheitsinformationen von ihm abzurufen und eine andere, mit der er die Erlaubnis erteilt, Überprüfungen zur Sicherung des Patientenwohls durchzuführen. Die erste Möglichkeit ist nicht realisierbar, da sie, wie bereits erwähnt, die Überforderung des Patienten verstärkt. Die zweite Möglichkeit der separaten Einwilligung, erhöht die Komplexität des Ablaufes. Es handelt sich dabei nur um eine weitere Art der Einwilligung, praktisch analog zu der bereits bestehenden Einwilligung. Dies bedeutet jedoch, dass

- weitere zu klärende Fragen entstehen,
- es weiteren organisatorischen und administrativen Aufwand zu bewältigen gibt,
- der Patient weitere Neuerungen im Gesundheitswesen verstehen muss,



- die Skepsis gegenüber der „Digitalisierung des Gesundheitswesens“ weiter steigen kann und
- letztendlich die Einführung der eGK möglicherweise weiter verzögert wird.

Da die Überforderung der Patienten nicht abschließend geklärt ist, sollten keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden, den Patienten noch weiter zu belasten und somit die Akzeptanz der eGK zu verschlechtern. Bei der Betrachtung der Rentabilität der Überprüfung von Doppelerfassungen bei Patientenakten müssen Aufwand und Nutzen betrachtet werden: Der technische Aufwand erscheint als nicht markant. Der organisatorische und administrative Aufwand ist jedoch durch die Verstärkung der Gefahren von Patientenüberforderung und Undurchsichtigkeit bei der Erteilung von Einwilligungen herausragend.

## 5. Risikokontinuität

### 5.1 Fehlerverständnis als großer Stein im Weg zur Patientensicherheit

Das Gesundheitswesen ist nicht die einzige Domäne, in der Bemühungen stattfinden, die darauf abzielen den Missstand des Fehlerverständnisses zu korrigieren. Auch im Bereich des Software-Testens hat man festgestellt, dass ein Mensch, der keine Fehler macht, eine Utopie ist [42]. Jedoch kann festgestellt werden, dass auch im Fall des Software-Testens ein Umdenken im Umgang mit Fehlern noch nicht ganzheitlich erfolgt ist. In seinem Werk „Basiswissen Software-Test“ weist Spillner darauf hin, dass es der falsche Weg ist, den Menschen als Verursacher eines Fehlers anzuprangern. In seinen Methoden, Fehler in Programmen zu finden, weist er ausdrücklich darauf hin, dass es in bestimmten Situationen von Vorteil ist, den Verursacher eines Fehlers anonym zu halten [42]. Es kann sogar ganz allgemein abgeleitet werden, dass anonyme und freiwillige Meldesysteme das Potential haben, Schwächen und Fehler aufzuzeigen, bevor Komplikationen entstehen [20]. Dadurch wird die Diskussionsbereitschaft verbessert, da jeder Einzelne, das heißt auch der Fehlerverursacher, sich frei äußern kann, ohne befürchten zu müssen entlarvt zu werden. Durch die verbesserte Diskussionsbereitschaft wird die Ursachen- und Maßnahmenforschung effektiver [42]. Die Thematik „Fehler und Schäden in der Gesundheitsversorgung“ hat zwar seit dem Report „to err is human“ des Institute of Medicine im Jahr 2000 innerhalb der Ärzteschaft, der Pflege und in der Öffentlichkeit an Bedeutung gewonnen. Das Fehlerverständnis blieb jedoch weitgehend unverändert [39]. Es ist festzustellen, dass das Defizit im Verständnis der Fehler-Problematik weiterhin besteht. Der Fehler-Problematik wird zu wenig Beachtung geschenkt. Ferner wird die Prävention von Fehlern nicht von organisatorischen Strukturen gefördert und haftungsrechtliche Gegebenheiten stellen keinen Anreiz dar, sich mit dem Thema Fehlermanagement zu beschäftigen [45].

### 5.2 CIRS

Köbberling bezeichnet es als bedauerlich, dass ein System, das die medizinische Qualität verbessert, erst im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Verringerung von Risiken bekannt wird. Er sieht enorme Chancen durch die Nutzung eines Systems zur Erfassung von „Beinahezweischenfällen“ [21]. Ein kritischer Erfolgsfaktor bei der Erhöhung der Sicherheit ist die Schaffung einer Sicherheitskultur. Sicherheitskultur bedeutet, es muss den Menschen ein Bewusstsein angeeignet werden, dass sie die Notwendigkeit erkennen, Fehler zu identifizieren, Ursachen abzuklären und darauf

basierend Maßnahmen zur künftigen Verhinderung der Fehler zu ergreifen. Dabei ist das systematische Erfassen von kritischen Ereignissen ein Kernelement der Sicherheitskultur und der Lernbereitschaft. Kritische Zwischenfälle sind Ereignisse, die ohne Eingreifen zu einem unerwünschten Ausgang, also zu einer Beeinträchtigung eines Patienten hätten führen können. Dabei werden die Fälle, die trotz Intervention zur Schädigung geführt haben, nicht ausgeschlossen [20]. Zwischenfälle und Komplikationen werden als „adverse Events“ bezeichnet und sind relativ selten. Häufig dagegen sind deren Vorstufen, die Critical Incidents (CI). Von ihnen geht die Gefahr aus, sich zu Komplikationen zu entwickeln. Da CIs häufiger vorkommen als adverse Events, können durch die Untersuchung von CIs fundierte Maßnahmen zur Verbesserung der Systemsicherheit getroffen werden. Incidents zeigen Sicherheitslücken im System auf. Das System sammelt Informationen über CIs. Dadurch werden Erkenntnisse für das Schließen von Sicherheitslücken gewonnen, wodurch künftige adverse Events aber auch CIs vermieden werden [20]. Im Gegensatz zur Fehleranalyse spielt der tatsächlich eingetretene Schaden eine untergeordnete Rolle [21]. Das Schweizer Käse Modell verdeutlicht die Funktionsweise von CIRS (vgl. Abbildung 2). Die

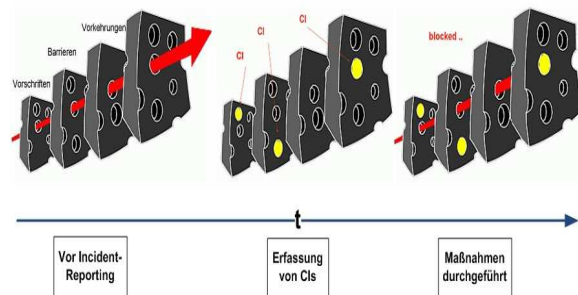


Abbildung 2: Funktion eines CIRS anhand des Schweizer Käse Modells

Käsescheiben beschreiben das Verhalten der Sicherheitsbarrieren in modernen Systemen, wie beispielsweise Alarmsysteme, Vorschriften, Kontrollen, Standards und physikalische Vorkehrungen. Offene Fehlerquellen, die ein Durchdringen einer einzelnen Käsescheiben ermöglichen, zeigen die Löcher im Sicherheitssystem auf. Das Sammeln der Informationen über die CIs ermöglicht die Sicherheitslöcher in den Käsescheiben zu füllen. Durch das Verschließen der Sicherheitslöcher, wird ein komplettes Durchdringen aller Käsescheiben, also ein Adverse Event, unwahrscheinlicher gemacht. Lernen aus Fehlern kann durch den Einsatz eines CIRS nachhaltig unterstützt werden. Es hilft, potentiell kritische Schwachstellen aufzuzeigen. Erkenntnisse aus einem CIRS führen zu einer proaktiven Erhöhung der Sicherheit [35]. Der Hauptnutzen eines solchen Systems liegt darin, dass am Einsatzort auch implizit die Fehlerkultur verändert wird. Darüber hinaus ermöglicht eine einheitliche Incident-Beschreibung, erzwungen durch einen minimalen Datensatz wie bei [www.CIRSmedial.org](http://www.CIRSmedial.org), eine fach- und berufsgruppenübergreifende Erforschung der gemeldeten Incidents. Jedoch ist diese Interpretation mit Vorsicht zu bewerten, da einerseits die rechtliche Verwendbarkeit ungeklärt ist. Zum anderen können durch den alltäglichen Kosten- und Zeitdruck im Gesundheitswesen die Angaben der Incidents nicht als 100% verlässlich und vollständig angesehen werden [20].

### 5.3 Metriken - Qualität im Gesundheitswesen

Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Industrie und dem Gesundheitswesen ist das Produkt. Während sich die Qualitätssicherung der Industrie vorwiegend an technischen oder ökonomischen Kriterien orientiert, ist die Qualitätssicherung der Medizin multidimensional. Das bedeutet, sie umfasst sowohl Aspekte aus Arzt- und Patientensicht, mit Bezug auf Wissenschaftlichkeit als auch ethische, moralische, psychologische und soziale Dimensionen. Dazu kommt, dass, im Gegensatz zur Warenwelt, Patienten aktiv und passiv in den medizinischen Prozess der Leistungserbringung integriert sind. Sie müssen bei der Erzeugung von Qualität mitwirken, beispielsweise bei der Anamnese oder bei Tests [12]. Problematisch stellt sich die Quantifizierung medizinischer Qualität dar. Es gibt bei der vertragsärztlichen Versorgung in Deutschland bereits Qualitätsindikatoren. Diese stammen aus Disease-Management-Programmen, Qualitätssicherungsrichtlinien, verschiedenen Berufsverbänden und medizinischen Fachgesellschaften. Aber systematisch entwickelte Qualitätsindikatoren in der ambulanten Versorgung stellen immer noch eine Ausnahme dar [5]. Um die Ergebnisqualität, auch Versorgungs-Outcome genannt, zu messen, hat die Kassenärztliche Bundesvereinigung das Projekt „Ambulante Qualitätsindikatoren und Kennzahlen“ (AQUIK) ins Leben gerufen. AQUIK hat die Aufgabe einen validen und transparenten Satz von Qualitätsindikatoren und Kennzahlen für die vertragsärztliche Versorgung zu errichten [36]. Auf Basis einer systematischen Recherche wurde ein Register aus Qualitätsindikatoren erstellt. Aus diesem Register haben Experten mit medizinischem und methodischem Hintergrundwissen das Qualitätsindikatoren-Rohset ermittelt. Dieses Rohset wurde durch Experten-Fachgruppen der Größenordnung zwischen 6 und 30 Experten, bewertet. Abbildung 3 verdeutlicht den Bewertungsprozess. Eine Unterscheidung der Teilnehmer, wie beispielsweise in Fach- oder Allgemeinarzt, erfolgt nicht [16]. Die Aufgabe der Mitglieder einer Experten-Fachgruppe ist es, ausgewählte Indikatoren bezüglich Relevanz und Machbarkeit, auf jeweils einer Skala zu bewerten. Um einen einheitlichen Wissensstand herzustellen wurde ein Workshop abgehalten. Bewertet wurde in zwei Runden. In der ersten Runde beurteilt jeder Teilnehmer individuell.

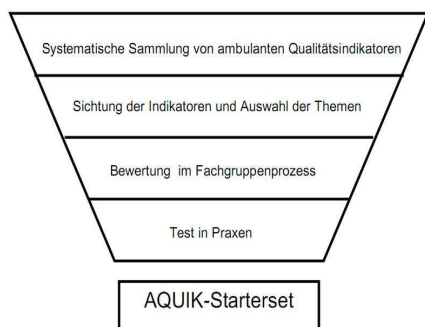


Abbildung 3: Ablauf des Bewertungsprozesses hin zum AQUIK-Starterset.

In der zweiten Runde entscheiden die Fachgruppen gemeinsam. Abschließend wird in Praxen eine Machbarkeitsanalyse durchgeführt [19]. Das Ergebnis des Recherche-, Bewertungs- und Testprozesses ist ein valides und transparentes Set aus 48 Qualitätsindikatoren, die für die Nutzung in der ambulanten Versorgung zur Verfügung stehen [5]. Darunter sind Indikatorensets zu AIDS/HIV, Arthrose, Arzneimitteltherapiesicherheit, Demenz,

Depression, Epilepsie, Harninkontinenz, Herzinsuffizienz, Krebsschmerz, Praxismanagement, Querschnittsthemen und Vorhofflimmern [17]. Im Bereich der Herzinsuffizienz hält AQUIK zwei Indikatoren bereit. Für die Diagnostik und zur Gewichtsbestimmung. Die Herzinsuffizienz-Gewichtsbestimmung ist ein Indikator für den „[...] Anteil der Arztbesuche mit dokumentierter Gewichtsbestimmung für Patienten ab 18 Jahren mit chronischer Herzinsuffizienz innerhalb der letzten 12 Monate [...]“ [18]. Ziel des Indikators ist es eine symptomatische Therapie der Herzinsuffizienz auf der Basis regelmäßiger Gewichtskontrollen zu optimieren. Durch die Miteinbeziehung von bereits etablierten Indikatoren der Disease-Management-Programme, die den AQUIK-Prozess nicht durchlaufen haben, wurde die Grundlage für eine kennzahlenbezogene Qualitätsförderung und -darstellung über den Bereich der ambulanten Versorgung hinaus, geschaffen. Dadurch wurden Möglichkeiten für eine qualitätsorientierte Versorgungssteuerung eröffnet [5].

## 6. Fazit

### 6.1 Ergebnis

Ziel dieser Arbeit war es, Risiken in medizinischen Geschäftsprozessen zu identifizieren, um darauf aufbauend Lösungsmaßnahmen zu erarbeiten. Ein unabhängiger Datenschutzbeauftragter ist nötig, der den Versicherten verständlich erklärt, wie die Neuerungen im Gesundheitswesen aussehen und welche Aufgaben und Sachverhalte der Patient erledigen und verstehen muss. Da im Gesundheitswesen größtenteils sensible Daten verarbeitet werden, ist ein Onlineportal nicht umfassend genug, um diese komplexen Sachverhalte zu kommunizieren. Deshalb sind Informationsbüros nötig, die die Versicherten konsultieren können. Selbst wenn die Errichtung von Datenschutzbeauftragten-Büros für das Gesundheitswesen große finanzielle Aufwendungen bedeuten würde, fällt die Kosten-Nutzenbilanz nicht negativ aus. Ein Versicherter voller Skepsis und Misstrauen würde durch das strikte Verweigern der Nutzung der eGK-Anwendungen den Nutzenfaktor eliminieren.

Brennpunkt bei Notfalldaten ist deren Verfügbarkeit. Notfalldaten, die nicht verfügbar sind, bringen keinen Mehrwert und können sogar eine Gefahr darstellen. Die Nichtverfügbarkeit kann schnell als Nichtexistenz interpretiert werden. Aus diesem Grund ist die Gewährleistung der Verfügbarkeit von Notfalldaten noch vor ihrer Anwendung zu realisieren. Die Regelungen zum Zugriff und Speicherort der Notfalldaten führen in die richtige Richtung, jedoch bedarf es noch der Feinabstimmung. Erst wenn eine Regel dafür gefunden wurde, wie auch ohne physisch-vorhandene eGK Notfalldaten verfügbar sein können und wie eGK-Diebstahl zu einem nutzlosen Unterfangen gemacht werden kann, ist es möglich, das Potential der eGK voll auszuschöpfen. Es müssen manuelle Ersatzverfahren bereitstehen, um technische Störungen überbrücken zu können.

Dabei müssen jedoch Abstriche im Bezug auf die Vertraulichkeit in Kauf genommen werden. Inkonsistenzen, die beispielsweise durch Doppelerfassungen der Daten verursacht werden, sind heimtückisch. Leib und Seele des Patienten sind unmittelbar gefährdet, wenn nur eine kleine unscheinbare Zahl zweimal eingegeben wurde. Dabei können durch automatische Plausibilitätsprüfungen solche banalen Zwischenfälle kostengünstig vermieden werden. Es ist offensichtlich, dass eine solche Prüfung die „Digitalisierung im Gesundheitswesen“ vorantreibt und auch, dass dadurch die Skepsis der Versicherten gegenüber der eGK steigt. Dort, beim Verständnis der Patienten und der Mediziner, muss angesetzt werden. Da diese Risiken kostengünstig umzusetzen

sind, sollte daran gearbeitet werden, wie man eine einsetzbare Plausibilitätsprüfung umsetzen kann, ohne dabei die Vertraulichkeit markant zu verringern. Um die Datensicherheit nicht nur umzusetzen, sondern auch beizubehalten wurden die hierfür notwendigen Instrumente vorgestellt. Diese Instrumente gewährleisten eine kontinuierliche Verbesserung der Versorgungsqualität. Die Indikatoren von AQUIK stellen dabei eine Möglichkeit dar, eine Verbesserung zu messen. Berichtssysteme, wie CIRS, sind die Instrumente, die auf die Chancen zur Verbesserung der Qualität hinweisen. Nur eine Kombination von Mess- und Regelungsinstrumenten zusammen, verspricht ein mögliches Verbesserungspotential auch zu nutzen. Der Einsatz von lediglich einem Messinstrument oder einem Berichtssystem schöpft das Verbesserungspotential nicht aus. Berichtssysteme, wie CIRS, sind eine effektive Unterstützung für diese Weiterentwicklung. Es ermöglicht, Fehlerinformationen direkt an der Fehlerquelle zu erfassen und an die Personen weiterzuleiten, die die Aufgabe haben, Fehler zukünftig zu vermeiden. CIRSmedical bietet die Möglichkeit, aus Fehlern anderer zu lernen. Ist ein Fehler identifiziert, müssen nicht notwendiger Weise neue Abläufe oder Organisationen gebildet werden.

Das fachgemäße Fehlerverständnis ist eine Voraussetzung, die für das Funktionieren aller vorgestellten Instrumente notwendig ist. Nur wenn alle Mitarbeiter den potentiellen Verbesserungswert eines Fehlers erkennen, werden sie auch verstehen, welchen Beitrag sie damit leisten, wenn sie Fehlerquellen kund tun und nicht Angst davor haben müssen, Fehler zu beichten.

## 6.2 Ausblick

Um den eGK-Betrieb vollständig, also über die Einführungsphase der Versichertenstammdaten hinaus, bundesweit zu betreiben, sind noch Feinheiten zu regeln. Beispielsweise muss geklärt werden, wie Notfalldaten auch bei Kartenverlust verfügbar sein können, ohne dabei den Verlust von Vertraulichkeit in Kauf nehmen zu müssen. Auch für die Frage, wie sich Versicherte ausreichend und unabhängig über die eGK und ihre Anwendungen informieren können, muss eine geeignete Antwort vorliegen. Österreich hat den Einstiegsbetrieb bereits durchlaufen. Schon im Jahr 2005 hat das Land rund 8 Millionen Versicherte mit einer Gesundheitskarte und rund 10 000 Praxen mit der nötigen Infrastruktur ausgestattet. Das e-Card-System wickelt täglich 426 000 Transaktionen ab. Die e-Card beherbergt zwar ausschließlich administrative Daten. Aber gleichzeitig fungiert sie auch als Bürgerkarte. Das bedeutet, sie ist auch als elektronischer Ausweis nutzbar und ermöglicht Behördengänge online zu tätigen. Zwar ist das österreichische Projekt organisatorisch und technisch weniger komplex als das Deutsche, trotzdem kann man aus den in Österreich aufgetretenen Fehlern Schlüsse für das deutsche Gesundheitssystem ziehen. Anfangs gab es dort vor allem Probleme bei der Koordination der Techniker und Provider. Dem Problem wurde dadurch begegnet, indem die Praxen nun bei Störungen und Ausfällen offline weiterarbeiten können. Dabei werden Versichertendaten in der Praxis zwischen gespeichert, bis die Verbindung wieder hergestellt ist [29].

Das österreichische Vorreiterprojekt zeigt, dass die Umstellung auf die eGK, zumindest bis zum Einstiegsbetrieb, der lediglich die Versicherungsstammdaten nutzt, möglich ist. Wenn sich durch den Einstiegsbetrieb der eGK die anfängliche Skepsis der Versicherten und Ärzte gelegt hat und sich ein Vertrauen zum Schutz der Daten eingestellt hat, müssen passende Regelungen für die noch offenen Feinheiten bereitliegen. Denn je früher die Anwendungen der eGK genutzt werden, desto früher können Patienten und Ärzte von ihr profitieren.

## 7. LITERATUR

- [1] Bales, S. 2006. *Die elektronische Gesundheitskarte – Ziele und Perspektiven*. Bundesministerium für Gesundheit, Essen, 3. DOI= [http://www.ztg-nrw.de/content/e35/e612/e2172/lecture\\_downloads2910/object2913/Dr.Bales-Bundesgesundheitsministerium.pdf](http://www.ztg-nrw.de/content/e35/e612/e2172/lecture_downloads2910/object2913/Dr.Bales-Bundesgesundheitsministerium.pdf).
- [2] Bott, O., Terstappen, A. 1999: XML – Schlüsseltechnologie der Medizinischen Dokumentation?. In: Forum der Medizin\_Dokumentation und Medizin\_Informatik, BVMI, 2, 9-13.
- [3] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik 2010: *Regeln des Passwortgebrauchs – M 2.1*. In: IT-Grundschutz-Katalog – Maßnahmen. DOI= [https://www.bsi.bund.de/cln\\_156/ContentBSI/grundschutz/kataloge/m/m02/m02011.html](https://www.bsi.bund.de/cln_156/ContentBSI/grundschutz/kataloge/m/m02/m02011.html).
- [4] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik 2008: *BSI-Standard 100-1 Managementsysteme für Informationssicherheit (ISMS)*. In: Informationssicherheit und IT-Grundschutz. Bundesanzeiger, 8.
- [5] Diel, F. 2009: *Qualitätsindikatoren in der ambulanten Versorgung – KBV will Qualität besser vergleichbar machen*. In: Deutsches Ärzteblatt, 106 (2009) 25, 1284-1285.
- [6] Deutsches Institut für Normung (DIN) 2002: *Teil 4: Begriffe und Abkürzungen*. In: Funktionale Sicherheit elektrischer/elektronischer/programmierbar elektronischer sicherheitsbezogener Systeme.
- [7] Duennebeil, S., Sunyaev, A., Leimeister, M., Krcmar, H. 2010: *Strategies for Development and Adoption of EHR in German Ambulatory Care*. DOI = [http://home.in.tum.de/~sunyaev/papers/paper8887\\_pervasive\\_health\\_sunyaev.pdf](http://home.in.tum.de/~sunyaev/papers/paper8887_pervasive_health_sunyaev.pdf).
- [8] Ebbesen, J., Buajordet, I., Erikssen, J., Brors, O., Hilberg, T., Svaar, H., Sandvik, L. 2001: *Drug-Related Deaths in a Department of Internal Medicine*. In: Archives of Internal Medicine, 16 (2001), 2317.
- [9] Frießem, P., Kalmring, D., Reichelt, P. 2005: *Lösungsarchitektur für die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte und der auf ihr basierenden Anwendungen*. In: Wirtschaftsinformatik, 47 (2005) 3, 180.
- [10] Gematik 2010a: *Anwendungen der eGK*. DOI= [http://www.gematik.de/cms/de/egk\\_2/anwendungen/anwendungen\\_1.jsp](http://www.gematik.de/cms/de/egk_2/anwendungen/anwendungen_1.jsp).
- [11] Gematik 2010b: *Facharchitektur – Daten für die Notfallversorgung*. DOI= [http://www.gematik.de/cms/media/dokumente/release\\_2\\_3\\_4/release\\_2\\_3\\_4\\_fachanwendungen/gematik\\_NFD\\_Facharchitektur\\_NFDM\\_V170.pdf](http://www.gematik.de/cms/media/dokumente/release_2_3_4/release_2_3_4_fachanwendungen/gematik_NFD_Facharchitektur_NFDM_V170.pdf).
- [12] Hess, K. 2007: *Qualität in der ambulanten Medizin – wie messen, wie sichern?* In: Clinicum, (2007) 4, 26.
- [13] Hornung, G., Goetz, C., Goldschmidt, A. 2005: *Die künftige Telematik-Rahmenarchitektur im Gesundheitswesen- Recht, Technologie, Infrastruktur und Ökonomie*. In: Wirtschaftsinformatik, 47 (2005) 3, 172.
- [14] Hornung, G. 2004: *Der zukünftige Einsatz von Chipkarten im deutschen Gesundheitswesen*. In: D A CH Security 2004. Hrsg.: Horster, P. 1. Aufl., Syssec, Klagenfurt, 227-235.

- [15] Huber, M., Sunyaev, A., Krcmar, H. 2008: *Technische Sicherheitsanalyse der elektronischen Gesundheitskarte* - Arbeitspapier Nr. 32. Hrsg.: Krcmar, H., München, 105.
- [16] Kassenärztliche Bundesvereinigung 2009a: *Anwendung im KBV-Projekt AQUIK - Ambulante Qualitätsindikatoren und Kennzahlen*. DOI= <http://daris.kbv.de/daris/link.asp?ID=1003758272>.
- [17] Kassenärztliche Bundesvereinigung 2009b: *AQUIK-Indikatorenset*. In: DOI= <http://www.kbv.de/23546.html>.
- [18] Kassenärztliche Bundesvereinigung 2009c: *AQUIK-Indikatorenset – Herzinsuffizienz – Gewichtsbestimmung*. In: DOI= <http://daris.kbv.de/daris/link.asp?ID=1003758479>.
- [19] Kassenärztliche Bundesvereinigung 2008: *KBV erzielt erste Ergebnisse beim Projekt AQUIK – Ambulante Qualitätsindikatoren und Kennzahlen*. In: DOI= <http://daris.kbv.de/daris/doccontent.dll?LibraryName=EXTDARIS^DMSSLAVE&SystemType=2&LogonId=9209487e1a7091c51f88c4ea0c3141d&DocId=003756994&Page=1>.
- [20] Kaufmann, M., Staender, S., Below, G., Brunner, H., Portenier, L., Scheidegger, D. 2002: *Computerbasiertes anonymes Critical Incident Reporting: ein Beitrag zur Patientensicherheit*. In: Schweizerische Ärztezeitung, 83 (2002) 47, 2554-2558.
- [21] Köbberling, J. 2005: *Das Critical Incident Reporting System (CIRS) als Mittel zur Qualitätssicherung in der Medizin*. In: Medizinische Klinik, 100 (2005) 3, 143-148.
- [22] Krcmar, H. 2009: Informationsmanagement. Springer, 566.
- [23] Krüger-Brand, H. 2009a: *Und sie kommt doch...*. In: Deutsches Ärzteblatt, 106 (2009) 46, 2279.
- [24] Krüger-Brand, H. 2009b: *In der Werkstatt*. In: Deutsches Ärzteblatt, 106 (2009) 28-29, 1453.
- [25] Krüger-Brand, H. 2009c: *Zunehmende Komplexität*. In: Deutsches Ärzteblatt, 106 (2009) 16, 746-767.
- [26] Krüger-Brand, H. 2008a: *Zu Risiken und Nebenwirkungen fragen Sie ...*. Deutsches Ärzteblatt, 105 (2008) 8, 391-392.
- [27] Krüger-Brand, H. 2008b: *Wie werden Gesundheitsdaten geschützt?* In: Whitepaper Sicherheit. Deutsches Ärzteblatt, 105 (2008a) 8, 1073.
- [28] Krüger-Brand, H. 2008c: *Erst allmählich im Fokus*. In: Deutsches Ärzteblatt, 105 (2008) 10, 501.
- [29] Krüger-Brand, H. 2006: *Österreich auf der Datenautobahn*. In: Deutsches Ärzteblatt, 103 (2006) 3, 88-89.
- [30] Lindner, M. 2005a: *Akzeptanz und Nutzen sichern*. Deutsches Ärzteblatt, 102 (2005) 52, 3565.
- [31] Luhmann, N., 2000: *Vertrauen*. In: Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität. Stuttgart
- [32] Menzel, H. 2006: *Informationelle Selbstbestimmung in Projekten der Gesundheits-Telematik*. In: Datenschutz und Datensicherheit, 30 (2006) Nr. 3, 150-152.
- [33] Merten, M. 2004: *Europäische Krankenversicherungskarte – Das Fundament ist gelegt*. Deutsches Ärzteblatt, 101 (2004) 1-2, 20.
- [34] Möslin, K. 1999: *Perspektiven der Medienwahl und Medienwirkung im Überblick*. In: Medientheorien. Reichwald, R. (1999), 7.
- [35] Nolan, T. 2000: *System Changes to Improve Patient Safety*. In: British Medical Journal. 320 (200) 7237, 772.
- [36] o. V. 2009: *Aktuelle Ergebnisse des KBV-Projekts AQUIK*. In: Der Urologe, (2009) 6, 687.
- [37] Parzeller, M., Bratzke, H. 2000: *Grenzen der ärztlichen Schweigepflicht*. In: Deutsches Ärzteblatt, 97 (2000) 37, 2364-2368.
- [38] Rispens, S. 2008: *Die elektronische Gesundheitskarte*. In: whitepaper Sicherheit. DOI= [http://www.gematik.de/cms/media/dokumente/pressematerialien/dokumente\\_1/gematik\\_whitepaper\\_sicherheit.pdf](http://www.gematik.de/cms/media/dokumente/pressematerialien/dokumente_1/gematik_whitepaper_sicherheit.pdf), 7.
- [39] Schrappe, M. 2005: *Patientensicherheit und Risikomanagement*. In: Medizinische Klinik, 100 (2005) 8, 480-481.
- [40] Schulte-Sasse, U., 2009: *Fehler durch Kostendruck: Keine rechtlichen Konsequenzen bei Managerpfusch*. In: Deutsches Ärzteblatt, 106 (2009) 2061-2062.
- [41] Speth, J., Koutsos, I. 2005: *Telematik im Gesundheitswesen – Elektronische Gesundheitskarte und Heilberufsausweis*. In: MedR, (2005) 9, 496.
- [42] Spillner, A., Linz, T. 2005: *Basiswissen Softwaretest*. 3. Aufl., dpunkt Verlag, Heidelberg (2005), 33-82.
- [43] Sunyaev, A., Göttliger, S., Mauro, C., Leimeister, J. M., Krcmar, H. 2009: *Analysis of the electronic Health Card in Germany*. In: WI 2009 – Proceedings of Wirtschaftsinformatik 2009 - Business Services: Konzepte, Technologien und Anwendungen. Vienna, Austria, 25-27 February 2009, Band 2, 749-758.
- [44] Waadt, S. 2010: *Psychotherapie bei Diabetes mellitus*. DOI= [http://www.ptk-bayern.de/ptk/web.nsf/gfx/B58153CF10D50918C12576FF002BB674/\\$file/2010-03-10\\_Vortrag\\_Waadt.pdf](http://www.ptk-bayern.de/ptk/web.nsf/gfx/B58153CF10D50918C12576FF002BB674/$file/2010-03-10_Vortrag_Waadt.pdf), 6.
- [45] Wachter, R. 2004: *The End Of The Beginning: Patient Safety Five Years After 'To Err Is Human'*. In: Health Affairs, (2004) W4, 535-537.
- [46] Williams, J. 2005: *Handbuch der ärztlichen Ethik*. DOI= [http://www.wma.net/en/30publications/30ethicsmanual/pdf/ethics\\_manual\\_german.pdf](http://www.wma.net/en/30publications/30ethicsmanual/pdf/ethics_manual_german.pdf), 1



# Leistungsbewertung zu adaptierender Web Services in serviceorientierten Architekturen

Timo von der Dovenmühle  
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg  
Abt. Wirtschaftsinformatik I / VLBA  
Ammerländer Heerstr. 114-118  
26129 Oldenburg / Germany

tvonderdovenmuehle@acm.org

Jorge Marx Gómez  
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg  
Abt. Wirtschaftsinformatik I / VLBA  
Ammerländer Heerstr. 114-118  
26129 Oldenburg / Germany

jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung weg von monolithischen Softwarearchitekturen hin zu einem serviceorientierten Ansatz führt bei der Entwicklung umfangreicher Anwendungen zu neuen Herausforderungen. Für den zuverlässigen Betrieb über den gesamten Lebenszyklus einer Unternehmensanwendung hinweg sind neben den funktionalen Anforderungen die Rahmenbedingungen durch nicht-funktionale Eigenschaften der verwendeten Systeme zu beachten. Die Verbreitung des serviceorientierten Ansatzes bei Softwaresystemen führt durch einige Grundideen, die Grundlage dieses Ansatzes sind, zu der Situation, dass ein Softwareentwickler über einige entscheidende Eigenschaften der verwendeten Services keine Informationen erhält.

In dieser Arbeit werden eine Teilmenge der nicht-funktionalen Eigenschaften betrachtet und Test-Methodiken beschrieben, die es erlauben, wesentlich verlässlichere Aussagen über die Leistungsfähigkeit adaptierter Services innerhalb einer serviceorientierten Architektur zu treffen. Dafür werden exemplarisch Web Services untersucht, die eine persistente Datenspeicherung anbieten.

## Schlüsselwörter

Service-orientierte Architekturen, Software-Tests, Datenbank, Benford'sches Gesetz, Index-Verfahren

## 1. EINLEITUNG

Die Entwicklung und Verbreitung von Software-Architekturen ist in hohem Maße durch die Technologien bestimmt, die verfügbar sind. Aus diesem Grunde sind der Verbreitungsgrad und die Popularität eines Architekturmusters nicht zwingend als Kriterium für die vergleichende Beurteilung geeignet. Die Entscheidung für ein bestimmtes Architekturmuster ist also nicht nur durch die

Eignung für ein Problem auf softwaretechnischer Ebene bestimmt, sondern stellt einen Kompromiss unter Berücksichtigung verfügbarer Technologien dar. Die Folge eines derartigen Kompromisses kann die Verschlechterung einzelner Systemeigenschaften sein.

### 1.1 Monolithische Architektur

In der Vergangenheit sind (Unternehmens-) Anwendungssysteme dem monolithischen Ansatz folgend entwickelt worden [1]. Der monolithische Ansatz beschreibt eine zentrale Architektur. Das System wird auf einem zentralen Rechner betrieben – die Benutzerschnittstelle wird in Form von Terminals realisiert, die außer für die Darstellung und der Verarbeitung der Ein- und Ausgaben keine Rechenleistung für das Gesamtsystem zur Verfügung stellen [2].

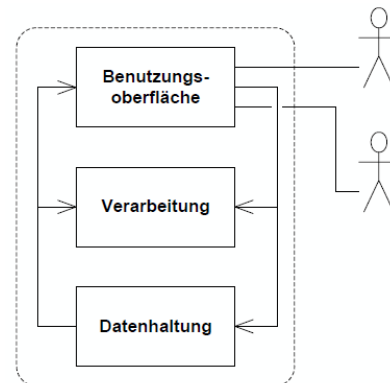


Abbildung 1: Monolithisches System

Die Software, die auf dem zentralen Rechner betrieben wird, ist im Sinne einer Ausführung auf einem einzelnen Rechner optimiert. Dies bedeutet unter anderem, dass die Kommunikation zwischen einzelnen Softwareelementen auf Effizienz hin optimiert wurde. Softwareelemente sind an dieser Stelle nicht mit Komponenten zu vergleichen, da sie nicht autonom betrachtet werden. Durch den Verzicht auf technisch gesehen nicht zwingend notwendige Schnittstellen sinkt unter anderem der Ressourcen-

verbrauch für interne Kommunikation [2]. Fehlende Schnittstellen bedeuten allerdings auch, dass ein System nur schwierig zu modifizieren ist. Die einzelnen funktionalen Einheiten innerhalb der Gesamtarchitektur kommunizieren direkt untereinander und erwarten dabei Eigenschaften, die speziell durch die angesprochene Einheit erfüllt wird. Es besteht daher eine starke Kopplung zwischen diesen Einheiten, die den Austausch einer einzelnen Einheit schwierig bis impraktikabel machen, sollte deren Identifikation überhaupt möglich sein [1]. Aus Sicht der Softwareentwicklung ist diese starke Kopplung aber auch vorteilhaft: Dem Entwickler sind die Implementierung und die technischen Rahmenbedingungen einer adaptierten Einheit in der Regel bekannt. Es handelt sich um eine *White Box* – ein System, das Einblick in die eigene Umsetzung erlaubt. Alle Details der Implementierung, wie z. B. private Methoden oder Variablen, sind für den Nutzer einsehbar. Dies vereinfacht die Überprüfung der Implementierung mittels Kontrollfluss-, Datenfluss- oder Pfadüberprüfungen [3]. Im folgenden Abschnitt wird auf die service-orientierte Architektur eingegangen, die sich wesentlich von dem White-Box-Ansatz unterscheidet.

## 1.2 Service-orientierte Architektur

Gegenwärtig verbreitet sich das Paradigma der service-orientierten Architektur bei Unternehmens-Softwaresystemen. Die Popularität dieses Architekturmusters steht in direktem Zusammenhang mit der Verfügbarkeit neuer Technologien. Im Gegensatz zu den 70er/80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts sind breitbandige Netzwerke nicht nur lokal, sondern auch regional/international verfügbar. Die Übertragung großer Datenmengen ist aus finanzieller und technischer Sicht keine Herausforderung mehr. Dafür ist ein neues Problem aufgetreten: Seit einigen Jahren ist die Leistungsfähigkeit eines einzelnen Computerchips nicht mehr in dem Maße angewachsen, wie man es aus vergangenen Dekaden gewohnt war. Anstelle der Steigerung der Rechenleistung des einzelnen Chips ist die Verwendung mehrerer parallel arbeitender Chips getreten. Computerchips mit Multicore-Architektur erlauben Leistungssteigerungen ohne dabei die technischen Probleme aufzuzeigen.

Auf die Softwareentwicklung hat dieser Wandel der Hardware-Plattform großen Einfluss. Aufgaben und Probleme müssen in einer Art und Weise formuliert werden, dass sie auf verschiedenen Prozessoren – und damit verschiedenen Prozessen – verteilt werden können. Ein Softwaresystem, das mehrere Prozessoren bzw. Prozessorkerne nutzen kann, erlaubt auch eine Verteilung auf verschiedenen Rechnern. Die Verteilung auf verschiedene Rechner ist auch mit Nachteilen verbunden. So ist das Ansteigen von Latenzen aufgrund der wesentlich geringeren Übertragungsgeschwindigkeit über ein Netzwerk gegenüber Arbeitspeicherzugriffen zu beobachten. Fehlerfälle zu erkennen und zu behandeln erweist sich als aufwendiger. Vorteile wie die einfache Skalierbarkeit überwiegen diese Nachteile allerdings in einem Maße, dass die Verteilung über mehrere Rechner in der Praxis umgesetzt wird.

Bei serviceorientierten Architekturen werden im Gegensatz zu klassischen objektorientierten Softwarearchitekturen keine Objekte ausgetauscht. Es werden Nachrichten verwendet, die zwischen den adaptierten Systemen gesendet werden. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass die Art und Weise der Implementierung des Kommunikationspartners unbekannt sein darf. Selbst die Kommunikation zwischen Computersystemen, die mit unterschiedlichen Betriebssystemen betrieben werden ist in der

Regel unproblematisch. Das standardisierte Nachrichtenformat stellt einen kleinsten gemeinsamen Nenner dar. Wie in der Abbildung 1 dargestellt, erfolgt die gesamte Kommunikation über Schnittstellen. Diese Schnittstelle verwendet nicht das Format, das durch die Implementierung des Services bestimmt ist, sondern ein systemübergreifend gültiges Format. Ein Methodenaufruf wird in eine Service-Anfrage übersetzt. Im folgenden Beispiel stellt der Service B aus Abbildung 2 einen Service zur Verfügung, der die Bestellung eines Produkts erlaubt. Methodenaufruf:

```
public bool OrderItem(int productId, byte quantity)
```

Der dargestellte Methodenaufruf kann nicht ohne weiteres von externen Systemen beantwortet werden. So ist nicht klar erkennbar, was der Präfix *public* für Auswirkungen hat. Dies ist sprachabhängig. Das Gleiche gilt für die verwendeten Datentypen. Es kann eine Annahme getroffen werden – die Äquivalenz zum Datentypen *byte* im Zielsystem ist aber keineswegs garantiert. Um diesen Problemen zu begegnen wird ein Protokoll verwendet, das den Aufruf systemübergreifend verständlich beschreibt:

[...]

```
<s:element name="OrderItem">
  <s:complexType>
    <s:sequence>
      <s:element minOccurs="1"
        maxOccurs="1" name="productId" type="s:int" />
      <s:element minOccurs="1"
        maxOccurs="1" name="quantity" type="s:byte" />
    </s:sequence>
  </s:complexType>
</s:element>
```

[...]

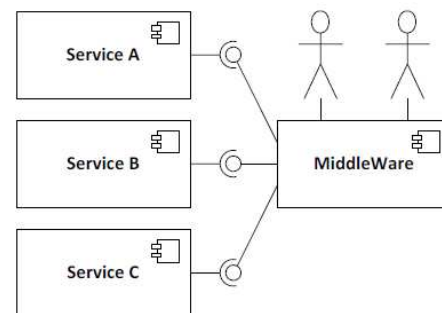


Abbildung 2: Service-orientiertes System

Ein Service stellt bei dieser Architektur das dar, was man in der objektorientierten Sichtweise unter einer Klasse verstehen würde [5]. Der Service lässt sich eindeutig adressieren, hat bestimmte Eigenschaften und definierte Fähigkeiten, die sich einem Methodenaufruf vergleichbar nutzen lassen. Eine spezialisierte Form stellt der Web Service dar. Der Web Service nutzt für die Kommunikation die Infrastruktur und die Protokolle des Internets, um mit anderen Services die Verbindung herzustellen.

Ein Web Service stellt aus Sicht des Anwenders eine *Black Box* dar. Eine Black Box erlaubt dem Anwender keinen Einblick in die Umsetzung. Im Falle eines Web Services bedeutet dies, dass nur die Eigenschaften, die mittels Web Service Description Language

(WSDL) [6] nach außen kommuniziert werden, dem Anwender bekannt sind. Die zur Realisierung eingesetzten Technologien sind verborgen [4]. Dieser Umstand ist durchaus gewollt, weil so sichergestellt werden kann, dass der Anwender eines Web Services nicht Eigenschaften voraussetzt, die unter Umständen vom angesprochenen Web Service erfüllt werden, aber nicht zum Funktionsumfang gemäß der Servicebeschreibung gehören. So kann sichergestellt werden, dass eine lose Kopplung zwischen adaptierten Services besteht und ein einzelner Web Service ohne Gefährdung der Systemintegrität modifiziert werden kann[4].

Aus Sicht des Softwaresystem-Architekten stellt dieser Black-Box-Ansatz aber auch ein Problem dar: Die funktionalen Eigenschaften eines Web Service sind üblicherweise nur durch die Informationen aus der WSDL zu erkennen und mittels geeigneter Tests, wie Grenzwertüberprüfungen, validierbar. Eine Grenzwertüberprüfung testet dabei das Verhalten des Web Services bei Parametersätzen, die einerseits in ihrer Ausprägung eine gültige Nachricht darstellen und andererseits außerhalb des definierten Wertebereichs liegen. Entspricht die Implementierung des Web Services der Beschreibung, sollte ein gültiger Parametersatz zu einem erfolgreichen Serviceaufruf führen, während ein fehlerbehafteter Parametersatz eindeutig als ungültig identifiziert werden muss und der Web Service entsprechend reagieren sollte [7].

Die nicht-funktionalen Eigenschaften eines Web Service sind sehr viel schwieriger zu ermitteln. Diese Eigenschaften sind für den Schritt der Orchestrierung eines Systems aber grundlegend, weil darüber die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems beeinflusst wird. Würde eine Komponente des Systems im Vergleich zu den anderen Komponenten wesentlich langsamer arbeiten, müssten alle an der Kommunikation beteiligten Komponenten warten, um die Synchronität aller Komponenten zu gewährleisten. Um Aussagen über die nicht-funktionalen Eigenschaften treffen zu können, werden Lasttests gegen einen Web Service durchgeführt. Dabei werden unterschiedliche Parameter, wie z. B. die Netzwerklatenz, die Antwortzeit bestimmter Services und die Verfügbarkeit ermittelt. Daraus folgt, dass die Ermittlung dieser nicht-funktionalen Eigenschaften notwendige Informationen für die Realisierung eines Systems bereitstellt. Ohne diese Informationen könnten keine Aussagen über das Systemverhalten unter bestimmten Lastszenarien getroffen werden.

### 1.3 Problemstellung

Softwaresysteme, die auf einer serviceorientierten Architektur aufbauen, weisen oftmals ein überraschendes Verhalten während des Lebenszyklus auf: Während der Entwicklung und zu Beginn des produktiven Einsatz entspricht die Leistungsfähigkeit des Systems den Erwartungen. Nach einer gewissen Zeit im Einsatz sinkt die Leistungsfähigkeit – das System arbeitet messbar langsamer. Die Verantwortlichkeit für die Leistungseinbußen ist häufig einzelnen Web Services zuzuschreiben. Die nicht-funktionalen Eigenschaften, speziell die Antwortzeiten, sind schlechter als zum Zeitpunkt der Prüfung. Die Verschlechterung kann bei serviceorientierten Architekturen durch die gemeinschaftliche Nutzung eines Services durch verschiedene Systeme begründet werden [8]. Ein weiterer Grund kann die Implementierung des Services sein, die unter bestimmten Bedingungen weniger effizient ist.

Im Folgenden wird exemplarisch ein Ansatz beschrieben, der die Eigenschaften der Implementierung eines Web Services zur Datenpersistierung mittels spezieller Test-Datensätze überprüft. Ziel dieser Überprüfung ist es, belastbare Aussagen über das zukünftig zu erwartende Verhalten des Web Service treffen zu können.

## 2. WEB SERVICES ALS DATENBANK

Die Leistungsfähigkeit eines Web Services zur persistenten Datenspeicherung wird wesentlich von dem verwendeten Datenbanksystem und dem Entwurf der Datenbank beeinflusst. Informationen über diese Sub-Komponente eines Web Services sind in der Regel dem Nutzer eines Web Services unbekannt. Für aussagekräftige Informationen über das langfristige Verhalten des Web Services bei Verwendung innerhalb einer Unternehmenssoftware müssen spezialisierte Lasttests durchgeführt werden, die Aussagen über Subsysteme des Web Services erlauben.

Daten, die durch eine Unternehmensanwendung generiert werden, sind im Sinne des relationalen Datenmodells Codd's in hohem Maße denormalisiert, da einzelne Wertausprägungen wiederholt auftreten [9]. Einzelne Daten wiederholen sich innerhalb einer Tabellenspalte. Dies können beispielsweise Mengenangaben bei Bestellungen oder Lagerbestände innerhalb einer Warenwirtschaft sein. Bei einer konsequenten Normalisierung dürfte dies aber nicht zutreffen, da dies einen Verstoß gegen die Normalform des relationalen Modells darstellt. Die Normalisierung dieser Daten bietet sich aber aus Leistungsgründen häufig nicht an. Der Informationsbedarf aus Unternehmenssicht ist regelmäßig nicht zeilen-, sondern spaltenorientiert. Würden die Informationen normalisiert gespeichert werden, würde die Abfrage eines Datums mit mehreren Datenbankoperationen verbunden sein. Aus verschiedenen Tabellen müssten Informationen ausgelesen werden, um die Anfrage zu beantworten. Typischerweise ist der Informationsbedarf eines Unternehmens aber nicht auf ein einzelnes Datum beschränkt, sondern bezieht sich eher auf eine spezielle Eigenschaft innerhalb einer Menge von Datensätzen. Diese abgefragte Eigenschaft stellt bei einer Darstellung als Tabelle eine Spalte dar und nicht eine Zeile, auf die das relationale Datenmodell hin optimiert ist.

In der Unternehmenspraxis ist die Frage, wie viele Einheiten eines Artikels verkauft wurden oder der Umsatz einer Filiale wesentlich interessanter als Detailinformationen über einen einzelnen Artikel, der verkauft wurde. Die Anzahl der Einheiten ist hier als Spalteninformation, die Detaildaten über den Artikel als Zeileninformation zu betrachten. Eine Datenstruktur, die für derartige Szenarien verwendet wird, ist das Stern-Schema. Hiermit ist es möglich, einen Daten-Würfel oder bei  $n > 3$  einen Hyperwürfel zu modellieren. Der Vorteil liegt hierbei in der Möglichkeit, sehr effizient Spaltenoperationen durchzuführen. Der hohe Denormalisierungsgrad und der erhöhte Aufwand bei zeilenorientierten Datenabfragen sind in diesem Anwendungsfall tolerierbar. In Abbildung 3 ist ein Stern-Schema mit  $n=4$  Dimensionen dargestellt. Eine Abfrage der verkauften Einheiten ist ohne Join-Befehl in SQL in der Tabelle *Fakt\_Verkauf* realisierbar. Da alle weiteren Informationen über den Fremdschlüssel an das Faktum Einheiten gebunden sind, ist die Tabelle in hohem Maße komprimiert. Würden Informationen zu einem einzelnen Datensatz in der Tabelle *Fakt\_Verkauf* benötigt, hätte dies eine große Anzahl an Join-Operationen zur Folge. Das Datenschema hat daher einen wesentlichen Einfluss auf die

Leistungsfähigkeit einer Datenbank im Hinblick auf die Art der durchzuführenden Operationen.

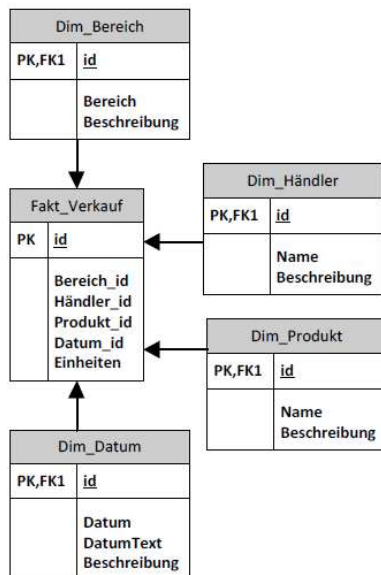


Abbildung 3: Stern-Schema

## 2.1 Daten-Indexierung

Aus Sicht des Datenbanksystems kann dieses Schema aber zu Herausforderungen führen. Relationale Datenbanksysteme sind daraufhin optimiert, normalisierte Datensätze effizient zu behandeln. Um auch in großen Datenbanken eine kurze Antwortzeit zu ermöglichen, werden Indexe eingesetzt. Ein Index erlaubt es dem Datenbanksystem, ein Datum innerhalb einer Spalte zu lokalisieren, ohne dafür jeden Wert innerhalb der Tabellenspalte betrachten zu müssen.

Die eingesetzten Indexverfahren unterscheiden sich: B-Tree-Indexverfahren erzeugen Indexbäume, die einen Zugriff in logarithmischer Abhängigkeit zur Gesamtgröße einer Tabelle ermöglichen. Der Suchbaum ist dabei dann am effizientesten, wenn die Daten eine höchstmögliche Kardinalität aufweisen [10]. Daraus folgt, dass dieser Indextyp für normalisierte, relationale Datenstrukturen geeignet ist. Liegen die Daten allerdings in denormalisierter Form vor, verliert der Suchbaum sein Gleichgewicht – er degeneriert. Moderne Datenbanksysteme können effizient mit denormalisierten Tabellen umgehen, indem sie spezielle Index-Algorithmen zur Verfügung stellen. Bitmap-Algorithmen sind beispielsweise für effiziente Indexe bei Tabellen mit geringer Kardinalität geeignet [11].

Der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Arten der Daten-Indexierung, dem verwendeten Datenbankschema und der Problemstellung einer Bewertung der längerfristigen nicht-funktionalen Eigenschaften eines Web Services ergibt sich dadurch, dass die Ausprägung verwendeter Test-Daten großen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit verschiedener Datenbank-Implementierungen hat. Entspricht die Charakteristik der Test-Daten nicht jenen Daten, die im späteren Betrieb auftreten, erhöht sich das Risiko einer fehlerhaften Bewertung.

## 2.2 Test eines Web Services

Um Aussagen über die Subkomponente Datenbanksystem eines Web Services zu treffen, sind große Mengen Daten zu schreiben und die Veränderung des Verhaltens des Web Services über die Zeit zu beobachten. Im Wesentlichen lassen sich dann folgende Beobachtungen machen:

1. Die Antwortzeit steigt linear zur Anzahl der Datensätze: Dieses Verhalten weist darauf hin, dass kein oder ein ineffektiver Index eingesetzt wird.
2. Die Antwortzeit steigt logarithmisch, bei großer Anzahl von Datensätzen logarithmisch, aber schneller: Das Datenbanksystem verwendet ein Indexverfahren, dass für die Daten nicht optimiert ist.
3. Die Antwortzeit steigt logarithmisch: Die Datenbank verwendet einen geeigneten Index-Algorithmus für die Daten.

Im ersten Fall lässt sich das Verhalten unabhängig von den verwendeten Testdaten beobachten: Wird kein Indexverfahren eingesetzt, kann die Kardinalität der einzelnen Datensätze auch keinen Einfluss auf die Leistung haben. Bei den Fällen Zwei und Drei ist die Art der verwendeten Testdatensätze allerdings von großer Bedeutung: Entspricht die Kardinalität der Testdatensätze nicht denen der Daten, die im späteren Betrieb des Softwaresystems generiert werden, kann ein im produktiven Einsatz ungünstiger Web Service ein positives Testergebnis erhalten. Testdatensätze können folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- Algorithmisch erzeugte Datensätze
- Standardisierte Testdatensätze
- Datensätze aus existierenden Datenbanken (anonymisierte Kundendaten)

Die Verwendung standardisierter Testdatensätze kann zu Problemen führen, wenn diese Daten nicht denen entsprechen, die später vom Anwendungssystem erzeugt werden. Wenn z. B. die Wertebereiche nicht übereinstimmen kann dies großen Einfluss auf die Kardinalität eines Wertes haben. Des Weiteren besteht das Risiko, dass ein Web Service auf diese Daten hin optimiert wurde oder mit diesen während der Entwicklung getestet wurde, so dass Implementierungsfehler nicht erkannt werden können. Der Einsatz (anonymisierter) Datensätze aus existierenden Anwendungen ist praktikabel, um die oben genannten Probleme zu umgehen. Für die Entwicklung einer Anwendung stellt die Beschaffung dieser Daten aber ein Problem dar. Weiterhin sind rechtliche Herausforderungen beim Umgang mit Kundendaten und der wirksamen Anonymisierung dieser Daten zu beachten. International bestehen unterschiedlichste Anforderungen an den Datenschutz, deren Berücksichtigung keineswegs trivial ist und u. U. erhöhte Anforderungen an die Infrastruktur bei der Entwicklung zur Folge hat. Diese Gründe sprechen für den Einsatz algorithmisch generierter Testdatensätze.

## 2.3 Benford'sches Gesetz

Der folgende Ansatz nutzt das Benford'sche Gesetz zur Erzeugung der Testdaten. Die grundlegende Idee hinter dieser Gesetzmäßigkeit ist, dass eine Ziffer in einer Zahl abhängig ihrer Position nicht zufällig auftritt, wenn ein Bezug zu einem natürlichen System besteht. Ein natürliches System ist in diesem



Zusammenhang ein System, dass keine vordefinierten Schranken bezüglich des Wachstums aufweist. Beispiele hierfür sind Flächen von Seen, die Population einer Stadt aber auch das Guthaben auf einem Konto. Für die erste Ziffer einer Zahl gilt folgende Wahrscheinlichkeit:

**Tabelle 1: Ziffernverteilung für die erste Stelle**

1=30,1%	2=17,6%	3=12,5%
4=9,7%	5=7,9%	6=6,7%
7=5,8%	8=5,1%	9=4,6%

Am Beispiel eines Kontos lässt sich der Zusammenhang leicht erkennen: Beträgt das Guthaben auf einem Konto 1.000 €, so bleibt die Ziffer 1 bestehen, bis sich das Guthaben verdoppelt hat. Bei einem Guthaben von 9.000 € ist eine wesentlich geringere prozentuale Steigerung notwendig, damit sich die führende Ziffer ändert, das Guthaben 10.000 € beträgt. Damit das Benford'sche Gesetz zur Generierung von Testdaten in unterschiedliche Anwendungsdomänen eingesetzt werden kann muss vorausgesetzt werden, dass die Gesetzmäßigkeit unabhängig von der Domäne gültig ist.

Für den Finanzsektor wird das Gesetz erfolgreich zum Auffinden manipulierter Buchhaltungsdatensätze eingesetzt. Neben dem Beleg durch den erfolgreichen praktischen Einsatz ist von Günnel und Tödter [12] die allgemeine Gültigkeit im ökonomischen Bereich aufgezeigt worden. Daraus lässt sich folgern, dass der Einsatz im Kontext Unternehmens-Softwaresystem keinen Verstoß gegen den Gültigkeitsbereich des Gesetzes darstellt. Die Gültigkeit in anderen Anwendungsdomänen ist in [13] an Beispielen aus der Bildverarbeitung gezeigt worden. So verhält sich unter Anderem der Gradientenverlauf eines Bildes entsprechend der Vorhersage durch Benford. Im praktischen Einsatz wird das Benford'sche Gesetz zur Erkennung von Datensatzmanipulationen oder zur Erkennung fehlerhafter Datenerfassungen verwendet. So wird z. B. von verschiedenen Finanzämtern eine Software eingesetzt, die Buchhaltungsdatensätze oder Fahrtenbücher auf Plausibilität hin überprüft. Manipulierte Datensätze sind durch ihre Abweichung von der erwarteten Ziffernverteilung identifizierbar. Die erreichten Trefferquoten liegen bei diesem Anwendungsfall bei ca. 97%. Erklärbar ist dies dadurch, dass Personen beim Manipulieren eines Datensatzes entweder die Zahlen sehr gleichmäßig im Ziffernspektrum verteilen oder beim Versuch, bewusst zufällige Zahlen zu erfassen, Ziffern wie 3 oder 7 gehäuft auftreten.

## 2.4 Generierung von Testdatensätzen

Um das Benford'sche Gesetz in Form eines Algorithmus für die Generierung von Testdaten einzusetzen, muss im ersten Schritt ein Wertebereich definiert werden. Dieser Schritt ist notwendig, weil nicht eine existierende Menge auf Plausibilität hin untersucht werden soll, sondern eine neue Menge geschaffen wird. Diese Menge soll der im späteren Praxisbetrieb erzeugten Menge ähneln, um realistische Testdaten zu erhalten. Das Wertebereichsmuster definiert, wie groß die Zahlen innerhalb der erzeugten Zahlenmenge sind. Ein Wertebereichsmuster sieht beispielsweise folgendermaßen aus:

$wb = 111,11$

Das Beispiel  $wb$  definiert das Intervall  $[100,00; 999,99]$ .

Allgemein gilt für Ziffern in der Zahl die Wahrscheinlichkeit:

$p :=$  Wahrscheinlichkeit in %

$n :=$  Position in der Mantisse

$B :=$  Basis

$d :=$  Ziffer

Die Wahrscheinlichkeit für die erste Ziffer lautet:

$$p(d) = \frac{\ln\left(1 + \frac{1}{d}\right)}{\ln(B)}$$

Die allgemeine Wahrscheinlichkeit für eine Ziffer innerhalb einer Zahl lautet nach dem Benford'schen Gesetz:

$$p_n(d) = \frac{1}{\ln(B)} \sum_{k=B^{n-1}}^{B^n-1} \ln\left(1 + \frac{1}{kB+d}\right)$$

Offensichtlich nähert sich der Wert von  $p$  im Dezimalsystem schnell 10%, wenn  $n$  Ziffern mit geringerer Signifikanz adressiert. Würde man die Zahlen lediglich mittels dieser Formel bestimmen, erhielte man einen statischen Testdatensatz. Ein zufälliger Multiplikator, der in Abhängigkeit von  $n$  gewichtet das resultierende  $p$  verändert, erlaubt die Erzeugung der benötigten Varianz ohne dabei die natürliche Verteilung der Werte in wesentlichen Maße zu beeinflussen. Folgend ist die Abwandlung von  $p$  hin zu  $pr$  als Anpassung des Benford'schen Gesetzes beschrieben:

$pr :=$  Wahrscheinlichkeit in % mit Zufallsfaktor

$rnd :=$  Zufallsfaktor  $[0; 1]$

$$pr_n(d) = \frac{1}{\ln(B)} \sum_{k=B^{n-1}}^{B^n-1} \ln\left(1 + \frac{1}{kB+d}\right) \left(\frac{rnd(n-1)}{n_{\max}}\right)$$

Im folgenden Arbeitsschritt wird die berechnete Ziffern-wahrscheinlichkeit  $pr$  wird zusammen mit dem Wertebereichsmuster  $wb$  und der Mächtigkeit  $m$  des Testdatensatzes verwendet, um die Testdaten zu generieren.

$m :=$  Mächtigkeit des Datensatzes

$z :=$  Ziffer

$Z :=$  Testdatensatz

$$z_i = wb_n \cdot d \mid i < \frac{m}{pr_n(d)}$$

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$$

Die Menge  $Z$  enthält nach vollständigem Durchlauf des Algorithmus Zahlen, die dem durch  $wb$  definierten Wertebereich und der Ziffernverteilung bestimmt durch  $pr_n(d)$  folgen. Aus  $Z$  lassen sich anschließend die Werte für eine Faktentabelle auslesen.

Der Algorithmus wird in dieser Form keine befriedigenden Werte generieren, wenn z. B. Preise erzeugt werden sollen. Dies ist damit zu begründen, dass die Preisbildung im Allgemeinen nicht den Regeln natürlicher Systeme folgt. So ist eine führende 9 deutlich häufiger anzutreffen um psychologische Preisgrenzen nicht zu überschreiten. Um für ein derartiges Problem, welches ein eigenes künstliches System repräsentiert, die Ziffernverteilung zu bestimmen, muss  $pr_n(d)$  mittels einer statistischen Auswertung einer entsprechenden Stichprobe angepasst werden. Hat das künstliche System einen engen Wertebereich, d. h. die Differenz zwischen den kleinsten und größten gültigen Werten ist gering, lässt sich das Verfahren nicht effizient einsetzen.

### 3. ERGEBNIS

Das vorgestellte Verfahren ermöglicht die künstliche Generierung von Testdatensätzen für Fakten-Tabellen in Datenbanken, die das Verhalten natürlicher Systeme widerspiegeln. Die erzeugten Testdatensätze werden verwendet, um das Antwortverhalten von Web Services datenabhängig zu untersuchen. Dies erlaubt eine genauere Einschätzung der Leistungsfähigkeit eines datenverarbeitenden Web Services im Hinblick auf die intern verwendeten Indexierungsmethoden. Die Notwendigkeit der Modifikation des Verfahrens für die Beschreibung künstlicher Systeme und die Einschränkungen für den Einsatz in diesen Fällen wurde dargestellt. Durch die Verwendung der erzeugten Testdatensätze kann das nicht-funktionale Verhalten eines Web Services speziell in Hinblick auf die Antwortzeiten hin untersucht werden, um Aussagen über die interne Implementierung und die Eignung für das adaptierende System zu treffen. Diese Information unterstützt den Architekten einer Unternehmensanwendung im Rahmen der System-Orchestrierung bei der Auswahl geeigneter Web Services.

### 4. DISKUSSION

Das vorgestellte Verfahren ist in der dargestellten Form auf natürliche Systeme beschränkt. Für den Einsatz in Unternehmensanwendungen sind Abwandlungen zu entwickeln, die Ziffernverteilungen in künstlichen Systemen beschreiben können. Dies trifft unter anderem auf Testdatensätze mit Preisinformationen zu. Die Verteilungsanalyse in derartigen Systemen ist durch eine statistische Analyse von Echtdaten möglich. Die Herausforderung liegt in diesem Zusammenhang in der Bestimmung hinreichend großer Stichproben. Ein weiterer Aspekt sind Bewegungsdaten im produzierenden Bereich, die durch Regeln wie zum Beispiel dem Gozinto-Graphen, welcher Bauteillisten darstellt, beschrieben werden. Im Vergleich zu der Stichprobenbestimmung für Preisfindungen ist hier zusätzlich die Branchenabhängigkeit zu berücksichtigen.

Die Prüfung des Verfahrens erfolgte bisher nur auf einem System mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit. Um die Signifikanz des Einflusses der Natur eines Testdatensatzes im Umfeld realer Systeme im Unternehmen zu belegen, sind weitere empirische Untersuchungen notwendig. Diese Untersuchungen sind dabei nicht auf Einflüsse durch die eingesetzten Technologien hin zu beschränken: Um die allgemeine Gültigkeit des Verfahrens zu belegen, sind Untersuchungen von Bewegungsdaten aus Realsystemen im erweiterten Rahmen notwendig. Der Umfang der notwendigen Stichproben ist auf Basis statistischer Verfahren zu ermitteln.

### 5. LITERATUR

- [1] Herden, S. and Marx Gómez, J. and Rautenstrauch, C. and Zwanziger, A. 2006. *Software-Architekturen für das E-Business*, Springer
- [2] Heidelberg, P. and Lakshmi, S. 1987. A performance comparison of multi-micro and mainframe database architectures. In *Proceedings of the 1987 ACM SIGMETRICS Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems* (Banff, Alberta, Canada, May 11 - 14, 1987). R. Bunt, Ed. SIGMETRICS '87. ACM, New York, NY, 5-6.
- [3] Matthews, P. J. 1992. When to white box test. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes* 17, 1 (Jan. 1992), 43.
- [4] Schroeder, P. J. and Korel, B. 2000. Black-box test reduction using input-output analysis. In *Proceedings of the 2000 ACM SIGSOFT international Symposium on Software Testing and Analysis* (Portland, Oregon, United States, August 21 - 24, 2000). M. J. Harold, Ed. ISSTA '00. ACM, New York, NY, 173-177.
- [5] Ulmer, C., Serme, G., and Bonillo, Y. 2009. Enabling web object orientation with mobile devices. In *Proceedings of the 6th international Conference on Mobile Technology, Application & Systems* (Nice, France, September 02 - 04, 2009). Mobility '09. ACM, New York, NY, 1-4.
- [6] Tsenov, M. 2007. Example of communication between distributed network systems using web services. In *Proceedings of the 2007 international Conference on Computer Systems and Technologies* (Bulgaria, June 14 - 15, 2007). B. Rachev, A. Smrikarov, and D. Dimov, Eds. CompSysTech '07, vol. 285. ACM, New York, NY, 1-5.
- [7] Mahmoud, T., von der Dovenmühle, T., Marx Gómez, J. 2009. Web Service Validation within Semantic SOA-based Model. In *Proceedings of the ICT Innovations Conference 2009* (Ohrid, Macedonia) ICT2009, Springer, pp. 295 - 303.
- [8] Brehm, N., Marx Gómez, J. The Web Service-based combination of data and logic integration on Federated ERP systems *Proceedings of the 18th IRMA International Conference - Managing Modern Organizations with Information Technology*, (Vancouver, Canada), IRMA2007
- [9] Codd, E. F. 1990 *The Relational Model for Database Management: Version 2*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- [10] Comer, D. 1979. Ubiquitous B-Tree. *ACM Comput. Surv.* 11, 2 (Jun. 1979), 121-137.
- [11] Wu, K., Otoo, E. J., and Shoshani, A. 2006. Optimizing bitmap indices with efficient compression. *ACM Trans. Database Syst.* 31, 1 (Mar. 2006), 1-38.
- [12] Günnel, S., & Tödter, K.-H. 2008. Does Benford's Law hold in economic research and forecasting? *Empirica* 36,3 (Aug. 2008), 273-292
- [13] Jolion, J.-M. 2001. Images and Benford's Law. *Journal of Mathematical Imaging and Vision* 14, 1 (2001), 73-

# A Study on the Acceptance of ECM Systems

Laurent Wiltzius  
University of Liechtenstein  
Fuerst-Franz-Josef-Strasse  
9490 Vaduz, Liechtenstein

Alexander Simons  
University of Liechtenstein  
Fuerst-Franz-Josef-Strasse  
9490 Vaduz, Liechtenstein  
+423 2651307

Stefan Seidel  
University of Liechtenstein  
Fuerst-Franz-Josef-Strasse  
9490 Vaduz, Liechtenstein  
+423 2651303

laurent.wiltzius@hochschule.li sander.simons@hochschule.li stefan.seidel@hochschule.li

## ABSTRACT

The present paper summarizes selected results of the first author's Master's thesis for the student track at the *10th International Conference on Wirtschaftsinformatik* in Zurich, Switzerland. The thesis was co-supervised by the second and the third author. Building upon the technology acceptance model (TAM), the assignment was to investigate factors impacting on end users' acceptance of enterprise content management (ECM) systems. The study suggests twenty-two factors at the enterprise, process, technology, and content level that can influence ECM success. The results are grounded in both a systematic review of the literature on ECM, including related fields such as document management and records management, and an analysis of qualitative data collected from five ECM-adopting organizations. It is hoped that the findings will inform future Information Systems (IS) research on ECM acceptance. Practitioners can use the results in the process of planning and conducting their own ECM projects.

## Keywords

Case study, content management, document management, enterprise content management, information systems success, literature review, technology acceptance.

## 1. INTRODUCTION

"Content, Content Everywhere" was the title of a recent *InformationWeek* article on the challenges that today's organizations face due to the rapidly increasing digital information flood [16]. These challenges include, among others, improving collaboration processes, avoiding a waste of time and money, fulfilling reporting obligations and standards, and ensuring information quality

[44]. The problem in itself is not new and, accordingly, prior Information Systems (IS) research has discussed several approaches for facing the challenges posed by the ongoing digitization of information; examples include document management [57], records management [28, 58], and (Web) content management [39, 45]. While these concepts tend to focus on specific, and often rather isolated, aspects of information management, enterprise content management (ECM) has emerged as the consolidation of these and further approaches, providing an integrated and modern perspective on information management [42, 44]. As such, the concept of ECM has been framed as "integrated enterprise-wide management of the life cycles of all forms of recorded information content and their metadata, organized according to corporate taxonomies, and supported by appropriate technological and administrative infrastructures" [38, p. 69]. Recently, ECM has been receiving much attention from the industry; *Gartner* estimates the yearly growth rate of the ECM software market to exceed 12 percent through 2010, adding up from \$2.6 billion in 2006 to more than \$4.2 billion [25]. Notwithstanding this palpable practical relevance, IS research has, except few examples, rarely endeavored to explore the somewhat elusive concept [62]. Much of the IS literature on ECM is design-oriented in nature [41, 42]; empirical ECM studies, however, are the exception, not the rule. As a result, a theoretically sound approach to ECM is still to be developed. Most notably, there is a lack of studies on end users' acceptance of ECM systems, thus leaving practitioners confronted with a void when planning and conducting ECM projects. The present paper, grounded in both a systematic review of the IS literature on ECM and qualitative interviews with representatives from five ECM-adopting organizations, intends to address this gap. Building upon the technology acceptance model (TAM), it identifies and explains factors that impact on the success of ECM initiatives.

The paper proceeds as follows. Section 2 provides the research background and introduces both ECM and TAM. Section 3 describes the research process and summarizes the literature review strategy and the procedures for collecting and analyzing the interview data. The sections 4 and 5 then present the results from both the literature review and the qualitative interviews, which are subsequently discussed in section 6. Section 7 concludes the paper with a summary and acknowledges limitations of the research.

## 2. RESEARCH BACKGROUND

### 2.1 Enterprise Content Management

The notion of ECM emerged with the turn of the millennium [8]. The *AIIM (Association for Information and Image Management) International* defines ECM as the “strategies, methods and tools used to capture, manage, store, preserve, and deliver content and documents related to organizational processes. ECM tools and strategies allow the management of an organization’s unstructured information, wherever that information exists” [5]. Until now, the concept of ECM has received some attention from IS researchers. Tyrväinen et al., for example, examine its relevance for the IS discipline [62], and Munkvold et al. present a set of ECM-related challenges that deserve attention [38]. Nordheim and Päiväranta and Scott et al. present case studies on ECM implementation projects at *Statoil*, a Norwegian oil company [42], and *J.D. Edwards*, a global provider of enterprise resource planning and business-to-business software and services [51]. Smith and McKen present the results from a focus group session on ECM and, on that basis, define ECM as “the strategies, tools, processes and skills an organization needs to manage all its information assets (regardless of type) over their lifecycle” [54, p. 648]. In the present paper, ECM is understood as an integrated approach to information management [42, 44] that covers and aligns a variety of related concepts, for instance, document or content management, at an often enterprise-wide scale [65]. As such, the notion of ECM refers to the management of all types of information across an organization over their entire lifecycle, that is, from birth (creation) to death (deletion).

In order to categorize ECM success factors the present study draws on an ECM framework presented by Tyrväinen et al. (compare [62] in the following). The model was designed to stimulate and guide future research in the field. It comprises of four perspectives, namely: *content*, *technology*, *processes*, and *enterprise*. In the *content* perspective, three different views are distinguished: information, users, and systems. Research questions referring to the information view concern the identification, analysis, and representation of content as well as the use of appropriate metadata. The user view addresses issues including user identification, information needs, personalization, and content usage (creation, maintenance, distribution etc.). The systems view deals with content processing and storage, standards and formats, and interoperability of systems. The *technology* perspective is closely related to the systems view, but can be separated from it nevertheless: ECM systems not only integrate a number of technologies, including hardware, software, and standards, but also content and its users. Since ECM systems further operate in a specific organizational context, Tyrväinen et al. believe that the major focus of ECM research lies on systems rather than technologies. The *process* perspective involves both process development and deployment. Whereas the former mainly refers to the development of processes for implementing and maintaining ECM systems, the latter primarily concerns the implementation of the content lifecycle activities. Finally, the *enterprise* perspective describes the context for ECM and thus concerns organizational, social, and legal aspects in particular.

## 2.2 Technology Acceptance Model

Since the 1970s researchers have been interested in the identification of factors that impact on the integration of IS into business [35]. In the IS discipline, Davis’ TAM [17], which is an adapta-

tion of Fishbein and Ajzen’s theory of reasoned action [1, 23], has received much attention. TAM suggests two major constructs that impact on IS acceptance: perceived usefulness and perceived ease of use [17, 18, 19]. While perceived usefulness can be understood as “the degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or her job performance,” perceived ease of use can be defined as “the degree to which a person believes that using a particular system would be free of effort” [18, p. 320]. While perceived ease of use directly impacts perceived usefulness, the theory suggests that both constructs influence the end user’s attitude towards using a system. This attitude, in turn, is considered to impact his or her behavioral intention to use the system, which, finally, impacts on actual system use (Figure 1).

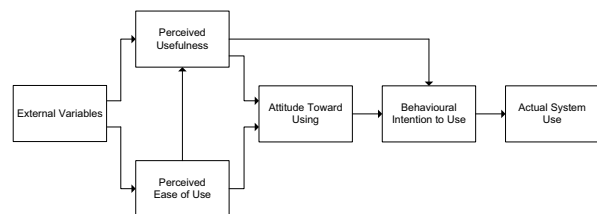


Figure 1: Technology Acceptance Model [19, p. 985]

During the past years, TAM has also been criticized by some authors. Lee et al., for example, write that “TAM’s simplicity makes it difficult to put into practice. Practitioners may not be well served by TAM” [34, p. 766]. Alan Dennis puts this problem as follows: “imagine talking to a manager and saying that to be adapted, technology must be useful and easy to use. I imagine the reaction would be ‘Duh!’ The more important questions are what makes technology useful and easy to use” [34, p. 766]. The focus of the present study on ECM adoption accordingly lies on the external variables construct of TAM, that is, the antecedents of both perceived usefulness and perceived ease of use.

## 3. STUDY OVERVIEW

The present paper summarizes selected results of the first author’s Master’s thesis. The working period counted 4.5 months and the thesis was submitted in August 2010. During that time period, the working progress was, with at least one of the supervisors, discussed on a weekly basis. At the most basic level, the research process can be divided into two major parts: literature review and qualitative interviews.

*Literature review.* The Master’s thesis was grounded in an unpublished literature review conducted by the second author. More than 100 of the most significant IS journals according to the consolidated list shared by the *Association for Information Systems (AIS)* were considered in that review [6], and three major IS conferences were further included (namely the *International* and the *European Conference on Information Systems* and the *Hawaii International Conference on System Sciences*). A backward search (i.e., a review of articles’ references) was conducted to not overlook relevant studies that have been published in other outlets [69]. None of the papers uncovered in this systematic literature search [13, 14, 33, 38, 41, 42, 43, 44, 49, 51, 54, 56, 62, 64, 65], however, put a focus on ECM acceptance—which suggests that there is a research gap related to the

adoption of ECM. The literature review was then extended to ECM-related fields, including knowledge management, information resource management, electronic document management, records management, (Web) content management, and enterprise resource planning systems. Since the concept of ECM relates to many of these and further approaches [38, 64], at least to some extent, the results presented in these studies were expected to also apply to the context of ECM. While the literature search was by no means exhaustive, it uncovered a substantially large list of articles that applied TAM to the study of the acceptance of ECM-related technologies. These literatures were then reviewed in order to identify factors that impact on both the usefulness and ease of use that end users of such systems perceive. The identified factors were finally organized based on the above described ECM perspectives, namely content, processes, technologies, and enterprise [62].

*Qualitative interviews.* The results of the literature review were then discussed in semi-structured interviews with representatives from five ECM-adopting organizations that operate in different business areas and industries. With almost 20,000 employees in more than 120 countries, the first organization provides products and services to customers in the construction and building maintenance industries. Employing approx. 1,200 employees, the second organization provides heating and ventilation technology to customers in more than 50 countries. The third organization is an automotive supplier company that provides steering systems for carmakers and employs over 4,000 employees in 16 locations worldwide. The fourth organization is a small governmental department. With more than 2,000 employees, the fifth organization delivers products and services to dentists and dental technicians from more than 120 countries. The average length of the five interviews was around 60 minutes. The interviewees filled key roles related to information and document management at the case organizations. Data collection took place from June to August 2010; all interviews were audio-taped and fully transcribed. The interviews were semi-structured and organized on the basis of the acceptance factors identified in the literature review summarized below. The review leverages the four perspectives on ECM (enterprise, processes, technology, and content) for presenting these factors.

## 4. LITERATURE REVIEW RESULTS

### 4.1 Enterprise Level

In the IS literature, *top management support*, *defined purpose of ECM*, *information and communication*, and *corporate culture* are often considered to influence end users' acceptance of ECM-related systems (Table 1). First, active *top management support* not only ensures the availability of required resources and an alignment of the ECM project with strategic business goals [7, 49, 72]. It is further important for senior executives to inform their staff about the importance of ECM and, given the rather elusive character of the concept [54], to lead them by example [72]. Because the understanding is still vague as to what organizations strive to gain through implementing ECM systems, and what results they can expect from the same [4], a clearly *defined purpose of ECM* has been identified as another ECM success factor. Defining the purpose of ECM helps organizations to determine both trigger and goal of the initiative, to justify ECM

investments, and to encourage executive support [7, 38, 72]. Bals et al., for example, write that knowledge management initiatives "should have a clearly defined purpose and provide value for the business (either directly through monetary gains/savings or indirectly through improvements in cycle times)" [7, p. 3]. Most likely, this also applies to the management of enterprise content. Exemplary ECM objectives that have been identified by Päiväranta and Munkvold include better internal and external collaboration, value-added or new customer services and products, improved content reliability and quality, and more meaningful knowledge work [44]. ECM objectives have to be properly communicated, which has been conceptualized as the factor *information and communication* in prior literature. In essence, information and communication refers to spreading the word about the initiative on a regular basis, thus supporting feedback processes among ECM developers and users and, in turn, the entire change management process [9, 22, 70]. Bals et al. believe that appropriate levels of training, communication, and support can positively influence end users' acceptance of ECM systems [7, compare also 3]. When informing their staff about ECM, organizations also have to consider their *corporate culture*. If they perceive ECM initiatives as management 'dictates', for example, it is possible that end users will develop resistance against the project [49]. Finally, the adoption of ECM requires appropriate levels of trust and willingness to share among the users, factors that both are again determined by the corporate culture [7, 11, 29].

**Table 1: Factors at the enterprise level**

Factor	Description	References
Top management support	Active support by senior management (e.g., leading by example, funding)	[7, 20, 21, 49, 52, 70, 72]
Defined purpose of ECM	Defining ECM objectives and benefits (e.g., search times, compliance)	[2, 7, 38, 72]
Information and communication	Keeping users informed on a regular basis (e.g., user support, maintenance)	[3, 7, 22, 27, 46, 66, 68, 70, 72]
Corporate culture	Establishing an ECM-friendly culture (e.g., willingness to share, trust)	[7, 11, 22, 29, 50, 52, 60]

### 4.2 Process Level

At the process level, which relates to both the development and deployment of ECM systems, the literature review revealed four distinct factors that can impact both end users' perceived usefulness and ease of use: *involvement of end users*, *user training*, *transition management*, and *prototyping* (Table 2). The *involvement of end users* in the development process not only allows organizations to identify and consider their individual needs, but also to assess how they are doing business [53, 59]. Bridges writes that "[i]ncluding users in the evaluation process ensures a more meaningful product and its ultimate acceptance" [9, p. 31], and Downing reminds us that representatives from different ranks and departments should participate in this process [22]. Users can also serve as ECM change agents in order to spread and explain the benefits of ECM to their colleagues, which can further improve the perceived usefulness of the new system [21,

52]. In addition, many IS authors consider *user training* to play a salient role in the adoption of ECM-related systems [e.g., 20, 36, 55, 46]. Here, it is particularly important to ensure that employees with different IT skills can use the ECM system [31]. Scheer believes that, due to possible system extensions and new employees, user training is an ongoing endeavor [50]. In this line of thought, Maguire writes: “You can’t do enough training. When people stopped using the system, they should have been offered refresher training and encouragement to continue using the system” [36, p. 156]. The implementation of ECM, hence, is a change management challenge for organizations. In particular, it is very likely that the implementation of a new ECM system requires organizations to replace their old content management system(s) with the new one. Regarding document and records management systems, Garrido writes the following: “Still, users experienced a major change: moving from the use of departmental shared network drives, which provided them with the flexibility to design folder structures according to their preferences, to an EDRMS [electronic document and records management system] that imposed certain structures and control over the creation of folders [...]” [24, p. 181]. *Transition management* thus not only aims at preserving content and migrating it from the old into the new system, but also with the parallel running of both these systems in order to make things easier for the users, for instance, by slowly introducing them to the new ECM system [21, 24, 55, 72].

**Table 2: Factors at the process level**

Factor	Description	References
Involvement of end users	Including the users in the ECM development process (e.g., change agents)	[9, 21, 22, 52, 53, 59, 66]
User training	Educating the future users of the ECM system (e.g., different IT skills)	[3, 10, 20, 22, 27, 36, 46, 55, 70]
Transition management	Replacement of the old system with the new one (e.g., flexibility vs. control)	[21, 24, 41, 55, 72]
Prototyping	Prototyping the system together with the end users (e.g., look and feel)	[9, 21, 41, 44, 46, 49, 68]

*Prototyping* has also been identified as a factor that can improve end users’ acceptance of an ECM system. In their study of a huge number of ECM case narratives shared by *AIIM*, Päiväranta and Munkvold found that “[i]n several cases prototyping of the systems together with future users was considered crucial for successful adoption, as ECM technologies involve potential to renew traditional thinking and practices around document management, content publication, and/or web site management. Without look-and-feel prototypes adapted to particular organizational contexts, these opportunities will often not be comprehended, leaving the users unmotivated to change their existing practice” [44, p. 7].

### 4.3 Technology Level

*The Real Story Group*, an analyst group that focuses on the evaluation of content-related technologies, analyzed 33 solutions available at the ECM market, and separated them into major suite vendors (with capacities that provide a plethora of func-

nalities for multiple industries; e.g., *Documentum (EMC)* or *Open Text*) and ECM specialists (targeting particular vertical industries and functional needs; e.g., *HP* and *Objective Corporation*) [61]. Consequently, at least two major approaches to implementing ECM can be distinguished: the acquisition and customization of a huge commercial ECM software package and the implementation and integration of different smaller content management solutions across an organization. Two factors were accordingly identified in the literature review that can influence the acceptance of ECM systems at a technological level, categorized as *functional customization* and *systems interoperability*. Nordheim and Päiväranta consider customization as the ‘fit’ of an ECM software package into the business environment [41], which is mainly why it can have an enormous impact on ECM acceptance. The authors believe that *functional customization*, i.e., the adaptation of an ECM software package regarding an organization’s requirements, refers to ECM system functionalities concerning content structuring, metadata modeling, taxonomy, and templates (categorized under the notion of content model management); functionalities for managing user roles and supporting the content lifecycle, e.g., content access, versioning, distribution, and retention (categorized as content storage and retrieval management); and, finally, workflow support (categorized as process support and automation) [41]. *Systems interoperability* can be defined as “the ability of two or more systems or components to exchange information and to use the information that has been exchanged” [30, p. 114]. Rockley et al. write that “[t]oo often, content is created by authors working in isolation from other authors within the organization,” a problem they call the ‘content silo trap’ [47, p. 5]. In today’s organizations it is very likely that content silos particularly occur between different departments because they frequently use rather isolated content management applications and very different approaches to storing and retrieving content. Given the enterprise-wide scope of ECM, the interoperability of existing document and content management systems thus appears to be another success factor for ECM initiatives. In addition, the study of the literature revealed two further properties that ECM systems must satisfy: *simplicity* and *security* (Table 3). As to the former, Päiväranta and Munkvold, for example, identify the development of “user-friendly, intuitive, and integrated user interfaces to content management, seamlessly integrated with ‘front-end’ content production and browsing solutions” to be a core challenge in enterprise-wide content management initiatives [44, p. 6]. In this line of thought, Maguire suggests organizations that invest in records management to choose a system that is “as simple as possible to use,” [36, p. 156] and also Downing considers simplicity a core acceptance factor in electronic document management (“[...] minimize the number of clicks and keystrokes needed to save or retrieve documents”) [22, p. 45]. This, in turn, can reduce both the need for training and the duration of the transition phase, while further ensuring that the system can be used by people with different IT skills [31, 36].

**Table 3: Factors at the technology level**

Factor	Description	References
Functional customization	Adaptation of an ECM software package (e.g., content storage and retrieval)	[41, 42, 50]

Systems interoperability	Ability of ECM-related systems to exchange and use content (e.g., content silos)	[27, 30, 41, 49]
Simplicity	Designing the ECM system in a user-friendly manner (e.g., efficiency)	[10, 12, 22, 31, 36, 40, 43, 44, 49]
Security	Assuring the confidentiality, integrity, and availability of content (e.g., espionage)	[13, 54, 59, 62]

Finally, ECM-adopting organizations also have to safeguard the *security* of ECM systems. Here, it is particularly important for them to develop and implement efficient and effective access control mechanisms. Chiu and Hung understand access control “as the mechanism by which users are permitted access to resources according to the authentication of their identities and the associated privileges authorization” [13, p. 1]. At an enterprise-wide scale, however, it is not easy to determine appropriate privileges for accessing content. The better content is prohibited the higher is the security level; in turn, however, a high security level can also prevent employees from efficiently using the content they need in their daily work. Accordingly, the security level of an ECM system can also impact end users’ acceptance: “The significance of security of the ECM architecture and technology is accentuated since ECM may include sensitive information [...]. This content may be of strategic value to the enterprise so that it is vital that the content is not lost, that it is kept up-to-date and that it is not disclosed to unauthorized people” [62, p. 631].

#### 4.4 Content Level

Tyrväinen et al. write that “In any piece of ECM research, the content perspective is involved in some way” [62, p. 628]. In this literature review four factors have been identified that can influence the acceptance of ECM end users at the content level: *content audit and classification*, *content lifecycle implementation*, *corporate taxonomy development*, and *content tagging* (Table 4). *Content audit and classification* can be considered an ECM success factor because it serves as a foundation for the entire initiative, which vom Brocke et al. put as follows: “the diligent analysis of content is [...] prerequisite for ECM adoption success and represents a highly complex and challenging task” [65]. Because this includes an analysis of existing information behaviors and needs [54], the involvement of end users again appears important. O’Callaghan and Smits mention several questions that need to be answered in a content audit, including: how much information is available? How many types of content are there? Who manages and owns which content? Who uses what content? How does content get reused and repurposed? What content must be stored, in what form, and for how long? What systems are currently used for managing content? [43, p. 1275]. The delivery of appropriate answers regarding these issues is crucial for successful content collection and management. Most of these questions can be related to the lifecycle of content. In IS research, a multitude of content lifecycle models exist. Päiväranta and Munkvold, for example, distinguish various activities within the content lifecycle, including capturing, creating, reviewing, editing, distributing, publishing, storing, archiving, and deleting content [44]. Munkvold et al. argue that the concept of ECM puts a holistic focus on these phases [38]—as compared to related approach-

es that rather tend to support individual lifecycle activities, for example, document management (storage and retrieval), Web content management (publication), and records management (retention) [64]. Accordingly, *content lifecycle implementation* requires organizations to implement ECM in a way that, from content creation to deletion, best supports their employees in their daily information work. Many of the above content lifecycle phases have been addressed in prior IS studies on the acceptance of ECM-related technologies. Due to space limitations, however, the following only focuses on the implementation of content search: “content is useless if it cannot be easily searched or navigated” [54, p. 652]. There are several approaches to searching for content, among them tables of contents, indexes, and full-text searches [43, p. 1272]. As to the former, content retrieval can require organizations to enable their users to efficiently browse content [24, 68]. The classification of content via indexes enables connections between different content assets, which O’Callaghan and Smits describe as follows: “The value of ‘associating’ a given content object with other content refers to search situations in which the user does not know exactly what he/she is looking for (‘fuzzy requests’)” [43, p. 1276]. In such cases, recommendations can further support ECM end users in their endeavors to find content [26, 53]. An alternative to indexing content are full text searches on the basis of keywords [43]. Very likely, the success of content searches impacts end users’ acceptance of ECM systems, which is why the selection and implementation of appropriate search mechanisms plays a salient role in ECM adoption. The first step in making content searchable is to implement a corporate taxonomy, which in essence categorizes content hierarchically and “defines the identities of information and record sources” [9, p. 39]. In their study of the *Statoil* case, Munkvold et al. accordingly identify *corporate taxonomy development* as a contemporary ECM challenge [38]. The main problem is that different people and departments develop and use very different taxonomies [43]. The development of a corporate taxonomy thus represents an important standardization and change management challenge because it imposes structures and control over the creation and storage of documents [24]. At *Statoil*, the concept referred to “the logical structuring of the overall information resource from varying viewpoints (e.g. in terms of shared electronic folders and other such categorizations), and the guidelines on how to do that” [38, p. 81]. As such, the development of a corporate taxonomy can fulfill various purposes; in particular, it can serve as a basis for an automatic generation of metadata [38].

**Table 4: Factors at the content level**

Factor	Description	References
Content audit and classification	Analyzing content and its usage (e.g., users, systems, reuse)	[11, 20, 32, 43, 54, 64, 65]
Content lifecycle implementation	Supporting the content lifecycle (e.g., creating, and distributing content)	[24, 38, 44, 46, 48, 54]
Corporate taxonomy development	Categorizing content hierarchically (e.g., browsing, indexing)	[9, 12, 24, 26, 38, 53, 67]
Content tagging	Collecting and defining appropriate metadata (e.g., author, creation)	[26, 40, 51, 53, 55, 58]

	date)	
--	-------	--

The definition and use of metadata, that is, *content tagging*, has been identified as another success factor of ECM implementation. In general, metadata can be understood as “information about content” [54, p. 653] that adds meaning and semantics to it. The problem is that some metadata can be collected automatically (e.g., author, date, title), while others must be provided by the authors themselves (e.g., summary, purpose) [43, p. 1281]. In line with that, Munkvold et al. distinguish two key challenges around the generation of metadata: a maximally automated production of metadata and awareness of the importance of metadata among content producers [38]. Very probably, the more of the required metadata can be collected automatically the higher is the acceptance of ECM.

In summary, for each of the considered perspectives on ECM, the literature review revealed four ECM success factors. The following section details the opinions, views, and comments from the five interviewees on these factors.

## 5. INTERVIEW RESULTS

### 5.1 Enterprise Level

All interviewees supported the relevance of *top management support*. In particular, the data suggest that a lack of executive support can reduce ECM initiatives to simple IT projects, thus neglecting the enterprise-wide scope of ECM, involving processes, technology, and people. At the same time, however, gaining top management support was considered a noteworthy challenge of ECM implementation, in particular because of the rather elusive character of the concept. The identification of ECM objectives and benefits, for example, and their illustration on the basis of concrete business examples, were considered difficult by some of the interviewees, as was the justification of ECM investments. This, however, represents a crucial precondition for gaining top management support, which, in turn, ensures the availability of required personnel resources and financial funding. The interviewees also acknowledged that organizations must clearly define the *purpose of ECM*. In particular, it was considered important to explain to the users how the system will improve their daily work, what benefits ECM holds for the company, and what ECM objectives are pursued. Note that the objectives of the ECM initiatives at the case organizations significantly differed, reaching from supporting content retention and compliance to implementing single source publishing and content reuse. Accordingly, it appears important for ECM-adopting organizations to clearly define the scope of ECM, because otherwise it will become difficult for the employees to understand what they can expect from it. Similarly, all the interviewees deemed *information and communication* crucial in ECM adoption. Interviewees said, for example, that it is equally important for organizations to inform their staff before and during the roll-out. In both cases they considered the level of transparency in communication crucial. There are different approaches to informing employees, among them presentations and company magazines. Documentation, however, was likewise considered key to communicate project progress, for instance, by publishing time schedules, protocols, project descriptions, and updates on the Intranet. It further became apparent during the interviews that

knowledge about the *corporate culture* plays a salient role in the context of ECM implementation. Tampering with work habits can cause unhappiness among the employees, which, in turn, can result in reluctance against the new system. This spans from single users to entire work units that, in the past, may have developed their own approaches to storing and retrieving content, but are now directed towards the use of a corporate ECM system. Depending on the prevailing corporate culture, it can also be necessary to invoke a change of the same. Interviewees mentioned that, even with a pronounced corporate culture, the recognition of local cultural differences is important, as not everybody can be treated equally. Consequently, there will be instances where organizations need to provide their local branches with content management flexibilities to enable them to compete in their markets. The data suggests that the implementation of appropriate information and communication mechanisms is crucial to allow for cultural shifts and awareness of local differences alike.

In addition, the respondents mentioned another factor that can impact ECM success, which was conceptualized as *monitoring and evaluation*. Monitoring and evaluating the ECM initiative allows for both justifying ECM investments and conducting ECM system maintenance.

### 5.2 Process Level

The interviewees said that the *involvement of end users* is a vital factor for ECM acceptance as it allows for considering their individual needs in the design of an ECM system. In particular, the selection of key users, or so-called ECM champions, from different departments was considered important, because they can facilitate communication between their colleagues and the ECM project team (e.g., by forwarding individual and departmental requirements and change requests to the developers). However, even more important is that they can also serve as change agents, who create enthusiasm among their colleagues (e.g., by explaining the benefits of the ECM initiative to them). During the further course of the ECM implementation, ECM champions can also act as counterparts for other employees if these need help in using the ECM system. In addition, it was said that their involvement often enables constructive criticism, which can result in better system designs. While the selection of key users can thus be regarded a crucial facilitator of ECM initiatives, respondents also highlighted the role of *user training*. First, users need to be practically trained on how to apply the new ECM system. Second, it was deemed crucial to also show them the positive impacts the system can have on their job performance. The interviewees further considered it important to ensure a high quality of training, as otherwise employees may lose their trust in the system and, consequently, the willingness to use it in their daily work. User training should generally go beyond pre-implementation, so as to continuously support users. Notwithstanding the palpable importance of user training, however, it was repeatedly mentioned that end users’ acceptance must be gained before the roll-out stage. While training is needed to accustom the users to the new system, it was also suggested that a transition period, wherein the old and the new system run in parallel, is crucial. *Transition management* allows the users to familiarize with the new system, recognize its benefits, and vo-



luntarily switch to the new system. Nonetheless, a final date should be communicated so as to create an incentive to rapidly familiarize with the new system. In addition, respondents said that such parallel operation allows both the adoption to departmental and local requirements and the migration of data from the old into the new system. They further approved the concept of *prototyping* as a means to present and test the functionalities during the development phase. However, it was also indicated that mockups and prototypes should be kept as simple as possible so as to avoid presenting features that cannot be integrated in the final product.

Finally, with regard to the process level, respondents also highlighted the importance of process knowledge. It was argued that a detailed understanding of existing procedures and processes not only is prerequisite for identifying room for improvement but also sets a baseline for the functionalities the new system must provide. As such, it was conceptualized as *business process analysis*. In addition, the interviews also considered *project management* to have an impact on ECM success. Project delays and changes in the project team, for example, can result in losses of both knowledge and confidence towards the project team.

### 5.3 Technology Level

The interviewees supported the two major approaches to implementing ECM systems that were identified in the literature review, i.e., the customization of a huge ECM software package and the development and integration of smaller content management solutions. As to *functional customization*, interviewees acknowledged that ECM systems feature many different functions that, however, are not necessarily relevant to all employees and business units. One of the interviewees described the dilemma that comes with the implementation and customization of corporate ECM systems: on the one hand, the implementation of different content management solutions at a departmental level is likely to best fulfill their individual needs but also to result in inefficiencies at a global scale. While, on the other hand, the implementation of a single ECM system at an enterprise-wide level can eliminate these inefficiencies, at least to some extent, this also requires the departments to give up their former freedom in content storage and retrieval. Note that customization was further estimated to raise the costs for technical maintenance. With regard to content reuse in particular, respondents pointed to the need of integrating existing applications, and *systems interoperability* was accordingly confirmed as another ECM success factor. Many of the case organizations use various applications for document and content management at a departmental level. Their integration with each other, or with the new ECM system, was consequently considered a core task in ECM implementation. Here, project portfolios might assist organizations in planning and conducting ECM-related projects at an enterprise-wide scale. The interviewees further said that the *simplicity* of an ECM system is important for its success. Enabling intuitive use by designing the system in accordance with existing usability standards consequently marks a core task in ECM implementation. Finally, respondents also emphasized the role of *security*. First, it must be granted that the stored data still can be accessed after a few decades, independently of the used format. Second, appropriate security settings (e.g., clearance, access rights) have

to ensure that users can only access the content assets that correspond to their information needs (thus also avoiding information flooding).

The data further suggest that *collaboration* plays an important role in ECM. Interviewees said that integrating collaboration tools into an ECM system can foster acceptance. In addition, *workflow support*, which allows a process-centric perspective on content management, was deemed important by the respondents.

### 5.4 Content Level

The interviewees considered a diligent analysis of content a crucial precondition for ECM adoption. As indicated, *content auditing and classification* not only involves the identification of content assets but also an assessment of their usage (e.g., content users and owners or involved systems). Picking up on the digital information overload that employees have to face every day, the respondents mentioned various types of content (e.g., office documents, audio and video files, or images). Some of them further stated that, at the most basic level, auditing content requires organizations to decide which content assets should be part of the ECM system and which ones should not. However, it is similarly important for them to identify the different systems that content resides in. While the interviewees considered the identification of content users important, they drew particular attention to the necessity of defining responsibilities for content. Such responsibilities can, for example, reduce the risk that employees might use content as an instrument of power by not sharing it with their colleagues. It was suggested to define responsibilities for content on the basis of the associated business processes: An ECM implementation often impacts the way business is done and, consequently, it can induce a shift in work tasks. That being said, some users will face more work (e.g., scanning documents), while others are freed from the same (e.g., filing paper documents). Obviously, such workload shifts can influence the success of ECM implementation. The preliminary analysis of business processes, however, was considered to allow organizations to reveal shifts in workload, thus enabling them to adapt their organizational structures if necessary. In addition, the interviewees also saw *content lifecycle implementation* to have an impact on ECM success, which the following again illustrates for the retrieval of content. As indicated, some of the informants considered an efficient reuse of content particularly important in ECM implementation. This, however, requires that existing content can be found by the users, for example, through the use of a search tool. Challenges that were mentioned with regard to content search include both the response times and the quality of the search results. Another way to retrieve content is browsing that, however, requires users to have a certain level of experience and to be familiar with the underlying file structures. Within this context, respondents further distinguished between associations and recommendations. While associations, that serve as links between content, are automatically conducted based on existent metadata, recommendations are made by the users themselves. Accordingly, the selection and implementation of an appropriate set of search mechanisms was deemed relevant for ECM success. As suggested by prior IS literature, *corporate taxonomy development* therefore plays a distinct role, for example, to support both browsing and the generation of metadata. In addition, however, the respondents deemed it also relevant to define corporate

standards on content handling. Such standards describe, for example, what content is to be kept in the ECM system and how it will be distributed within the company. In this line of thought, the usage of predefined storage structures and content templates was further mentioned as they can ensure consistency, establish maintenance cycles, avoid redundancies, and reduce the workload for tagging the content with keywords. This latter possibility was considered particularly relevant by the respondents. *Content tagging* means to generate appropriate metadata for characterizing content objects in order to allow other users to retrieve them later on. Respondents agreed that the use of metadata must be mandatory to fully leverage the potentials of ECM systems. So as to facilitate the use of metadata, ECM systems should provide easy-to-use tagging mechanisms. There are several approaches to content tagging, for example, automatically generating metadata or suggesting it to content producers, who can then choose which metadata characterize a given content object best. Interviewees considered metadata especially important for content versioning, which is of particular relevance in collaboration intensive settings, where multiple persons may work on the same file. Along with the ability to review what changes were made, automatically informing the users about updates was considered core ECM functionality. While the ability to track content in such a way is associated with higher levels of transparency, it was, at the same time, indicated that high levels of transparency may also cause reluctance among the employees, as they may feel supervised. Consequently, *content tracking* was considered another crucial ECM success factor.

In summary, the interviewees not only supported the relevance of the sixteen ECM acceptance factors identified in the literature review but also mentioned another six factors that organizations should consider when implementing ECM. These are monitoring and evaluation (enterprise level), business process analysis and project management (process level), collaboration and workflow support (technology level), and content tracking (content level).

## 6. DISCUSSION

Legrís et al., in their critical literature review, identify three major shortcomings of prior TAM research [35]. First, many of the studies drawing on TAM involved students instead of business representatives. The present study, which also builds on prior literature on ECM and related fields, is grounded in data collected from interviews with project members from five real-life ECM initiatives. Second, Legris et al. identify a lack of TAM studies on business process applications [35]. At least to some extent, the present paper adopts a process-oriented perspective, which is mainly because ECM systems make extensive use of workflow components [65]. Third, Legris et al. conclude that most IS research does not measure actual but only self-reported use, which, admittedly, also holds true for the present study [35].

All factors that were identified based on the literature review were also supported by the interview data, thus approving their relevance in the context of ECM implementations. This may be explained by the intimate relationship between ECM and related concepts such as document management, records management, and content management. ECM builds upon, and extends, many of these concepts [38, 65].

The study has also produced a number of additional factors that were not identified in the literature review, which can impact on ECM adoption success, namely monitoring and evaluation, business process analysis, project management, collaboration, workflow support, and content tracking. While this may be due to the limited scope of the review, the relevance of these factors may also be explained by the emergence of ECM as an organizational phenomenon, involving technological and content-related issues and processes at the individual, group, and organizational levels [38, 42, 62]. Factors such as collaboration and workflow support, for example, reflect that enterprise content is created, stored, used, and applied in organizational work processes, often involving different departments and work units. Similarly, monitoring and evaluation become increasingly important as content is used by many different people, thus producing challenges such as redundancies and inconsistencies that require mitigation and avoidance. The relevance of business process analysis and project management shows that, in order to successfully adopt ECM, organizations need to leverage well-established management approaches that enable them to handle the complexities of such organization-wide endeavours.

It must be noted that the above additional factors are solely based on the small number of interviews that were conducted in the course of this research. It will be necessary to conduct further empirical studies to determine their relevance in the context of ECM adoption.

## 7. CONCLUSION

Grounded in both a systematic review of the literature and an analysis of qualitative data collected from five ECM-adopting organizations, this paper presented and discussed twenty-two factors that can impact the usefulness and ease of use that end users of ECM systems perceive. While some of them are likely to apply to a number of technologies (e.g., information and communication, user training), others can be considered ECM-specific (e.g., content lifecycle implementation, corporate taxonomy development). There are some limitations to the presented findings that must be acknowledged. First, as with the scope of the literature review, the list of ECM acceptance factors presented in this paper is not considered exhaustive. Second, no distinction has been made as to whether these factors impact end users' perceived usefulness or ease of use—or eventually both. Third, the categorization of these factors was grounded in an ECM framework that distinguishes four perspectives on ECM: content, processes, technologies, and enterprise context. Other researchers would probably have chosen different dimensions or levels of analysis (e.g., factors at the individual, group, organizational, or market level). Finally, future research is needed to test and refine the presented results.

## 8. ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the anonymous interviewees for their time and efforts in the successful conduct of the Master's study that this paper is based on.

## 9. REFERENCES

- [1] Ajzen, I. and Fishbein, M. 1980. *Understanding Attitudes and Predicting Social Behaviour*. Prentice-Hall, Engle-

- wood Cliffs, NJ.
- [2] Amoako-Gyampah, K. 2007. Perceived usefulness, user involvement and behavioural intention: an empirical study on ERP implementation. *Computers in Human Behavior* 23, 1232–1248.
  - [3] Amoako-Gyampah, K. and Salam, A. F. 2004. An extension of the technology acceptance model in an ERP implementation environment. *Information & Management* 41, 731–745.
  - [4] Andersen, R. 2008. The rhetoric of enterprise content management (ECM): confronting the assumptions driving ECM adoption and transforming technical communication. *Technical Communication Quarterly* 17, 1, 61–87.
  - [5] Association for Information and Image Management (AIIM). 2010. *AIIM - What is ECM?* <http://www.aiim.org/What-is-ECM-Enterprise-Content-Management.aspx>. Accessed 26 March 2010.
  - [6] Association for Information Systems (AIS). 2010. *AIS: MIS Journal Rankings*. <http://ais.affiniscape.com/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=432>. Accessed 7 October 2010.
  - [7] Bals, C., Smolnik, S., and Riempp, G. 2007. Assessing User acceptance of a Knowledge Management System in a Global Bank: Process Analysis and Concept Development. In *Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)*, Hawaii, Big Island, USA.
  - [8] Blair, B. T. 2004. An Enterprise Content Management Primer. *The Information Management Journal* 38, 5, 64–66.
  - [9] Bridges, J. D. 2007. Taking ECM from Concept to Reality. *Information Management Journal* 41, 6, 30–39.
  - [10] Bueno, S. and Salmeron, J. L. 2008. TAM-based success modeling in ERP. *Interacting with Computers* 20, 515–523.
  - [11] Caldwell, F. 2006. The new enterprise knowledge management. *VINE: The journal of information and knowledge management systems* 36, 2, 182–185.
  - [12] Calisir, F. and Calisir, F. 2004. The relation of interface usability characteristics, perceived usefulness, and perceived ease of use to end-user satisfaction with enterprise resource planning (ERP) systems. *Computers in Human Behavior* 20, 505–515.
  - [13] Chiu, D. K. W. and Hung, P. C. K. 2005. Privacy and Access Control Issues in Financial Enterprise Content Management. In *Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05)*, Hawaii, Big Island, USA, 1–10.
  - [14] Chu, H.-C., Chen, M.-Y., and Chen, Y.-M. 2009. A Semantic-based Approach to Content Abstraction and Annotation for Content Management. *Expert Systems with Applications* 36, 2360–2376.
  - [15] Chuttur, M. Y. 2009. *Overview of the Technology Acceptance Model. Origins, Developments and Future Directions* 37. Indiana University, USA. *Sprouts: Working Papers in Information Systems* 37, 9, 1–21.
  - [16] Conry-Murray, A. 2008. Content, Content Everywhere. *InformationWeek*, 24–31.
  - [17] Davis, F. D. 1986. *A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems. Theory and Results*. Doctoral Dissertation, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.
  - [18] Davis, F. D. 1989. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13, 3, 319–340.
  - [19] Davis, F. D., Bagozzi, R. P., and Warshaw, P. R. 1989. User Acceptance of Computer Technology. A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* 35, 8, 982–1003.
  - [20] Dhérent, C. 2006. Document management at the French National Library. *Records Management Journal* 16, 2, 97–101.
  - [21] Di Biagio, M. L. and Ibricu, B. 2008. A balancing act: learning lessons and adapting approaches whilst rolling out an EDRMS. *Records Management Journal* 18, 3, 170–179.
  - [22] Downing, L. 2006. Implementing EDMS. Putting People First. *Information Management Journal* 40, 4, 44–50.
  - [23] Fishbein, M. and Ajzen, I. 1975. *Belief, Attitude, Intention and Behaviour: An Introduction to Theory and Research*. Addison-Wesley, Reading, MA.
  - [24] Garrido, B. G. 2008. Organising electronic documents: the user perspective - A case study at the European Central Bank. *Records Management Journal* 18, 3, 180–193.
  - [25] Gartner. 2007. Forecast: Enterprise Content Management Software, Worldwide, 2006–2011, Update.
  - [26] Gilchrist, A. 2001. Corporate Taxonomies: report on a survey of current practice. *Online Information Review* 25, 2, 94–102.
  - [27] Grudman, R. 2008. Mapping an Approach for Successful Content Management. *Information Management Journal* 42, 5, 60–64.
  - [28] Gunnlaugsdottir, J. 2008. As you sow, so you will reap: implementing ERMS. *Records Management Journal* 18, 1, 21–39.
  - [29] Hung, S.-Y., Tang, K.-Z., Chang, C.-M., and Ke, C.-D. 2009. User acceptance of intergovernmental services. An example of electronic document management systems. *Government Information Quarterly* 26, 387–397.
  - [30] IEEE Computer Society. 1990. *IEEE standard computer dictionary. A compilation of IEEE standard computer glossaries*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, NY, USA.
  - [31] Johnston, G. P. and Bowen, D. V. 2005. The benefits of electronic records management systems. A general review of published and some unpublished cases. *Records Management Journal* 15, 3, 131–140.

- [32] Jones, P. 2008. The role of virtual folders in developing an electronic document and records management system. *Records Management Journal* 18, 1, 53–60.
- [33] Kwok, K. H. S. and Chiu, H.-C. 2004. A Web Services Implementation Framework for Financial Enterprise Content Management. In *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04)*, Hawaii, Big Island, USA, 1–10.
- [34] Lee, Y., Lozar, K. A., and Larsen, K. R. T. 2003. The Technology Acceptance Model. Past, Present, and Future. *Communications of the Association for Information Systems* 12, 50, 752–780.
- [35] Legris, P., Ingham, J., and Colletette, P. 2003. Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management* 40, 191–204.
- [36] Maguire, R. 2005. Lessons learned from implementing an electronic records management system. *Records Management Journal* 15, 3, 150–157.
- [37] Money, W. and Turner, A. 2004. Application of the Technology Acceptance Model to a Knowledge Management System. In *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04)*, Hawaii, Big Island, USA, 1–9.
- [38] Munkvold, B. E., Päiväranta, T., Hodne, A. K., and Stangeland, E. 2006. Contemporary Issues of Enterprise Content Management. The Case of Statoil. *Scandinavian Journal of Information Systems* 18, 2, 69–100.
- [39] Nakano, R. 2001. *Web Content Management. A Collaborative Approach*. Addison-Wesley, Boston.
- [40] Neumann, J. 2007. The next step: Simplifying DAM. *Journal of Digital Asset Management* 3, 3, 150–163.
- [41] Nordheim, S. and Päiväranta, T. 2004. Customization of Enterprise Content Management Systems: An Exploratory Case Study. In *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04)*, Hawaii, Big Island, USA, 1–10.
- [42] Nordheim, S. and Päiväranta, T. 2006. Implementing enterprise content management : from evolution through strategy to contradictions out-of-the-box. *European Journal of Information Systems* 15, 648–662.
- [43] O'Callaghan, R. and Smits, M. 2005. A strategy development process for enterprise content management. In *Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems (ECIS'05)*, Regensburg, Germany, 1271–1282.
- [44] Päiväranta, T. and Munkvold, B. E. 2005. Enterprise Content Management: An Integrated Perspective on Information Management. In *Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05)*, Hawaii, Big Island, USA.
- [45] Pullman, G. and Gu, B. 2009. *Content management. Bridging the gap between theory and practice*. Baywood's technical communications series. Baywood Publ. Company, Amityville, NY.
- [46] Remington, T. 2006. If you build it, will they come? Not unless you make it so they want to! *Journal of Digital Asset Management* 2, 3/4, 203–207.
- [47] Rockley, A., Kostur, P., and Manning, S. 2003. *Managing enterprise content. A unified content strategy*. New Riders, Berkley, Calif.
- [48] Schaffel, B. 2006. Using Dam to drive workflow. A concept for transforming information into knowledge. *Journal of Digital Asset Management* 2, 3/4, 129–133.
- [49] Scheepers, R. 2006. A conceptual framework for the implementation of enterprise information portals in large organizations. *European Journal of Information Systems* 15, 635–647.
- [50] Scheer, C. 2007. Factors to consider before building your own DAM. *Journal of Digital Asset Management* 3, 1, 17–22.
- [51] Scott, J., Globe, A., and Schiffner, K. 2004. Jungles and Gardens: The Evolution of Knowledge Management at J.D. Edwards. *MIS Quarterly Executive* 3, 1, 37–52.
- [52] Shaw, D. and Edwards, J. S. 2005. Building user commitment to implementing a knowledge management strategy. *Information & Management* 42, 977–988.
- [53] Slawsky, D. 2007. Building a keyword library for description of visual assets: Thesaurus basics. *Journal of Digital Asset Management* 3, 3, 130–138.
- [54] Smith, H. A. and McKeen, J. D. 2003. Developments in Practice VIII: Enterprise Content Management. *Communications of the Association for Information Systems* 11, 647–659.
- [55] Smyth, Z. A. 2005. Implementing EDRM: has it provided the benefits expected? *Records Management Journal* 15, 3, 141–149.
- [56] Soy, S. K. 2005. Book Reviews: Enterprise Content Management: What You Need to Know. *Information Technology & People* 18, 3, 303–304.
- [57] Sprague, R. H., JR. 1995. Electronic Document Management. Challenges and Opportunities for Information Systems. *MIS Quarterly* 19, 1, 29–49.
- [58] Sprehe, T. 2005. The positive benefits of electronic records management in the context of enterprise content management. *Government Information Quarterly* 22, 297–303.
- [59] Stevens, D. 2006. How Agfa implemented a DAM solution. *Journal of Digital Asset Management* 2, 2, 119–126.
- [60] Straub, D., Keil, M., and Brenner, W. 1997. Testing the technology acceptance model across cultures: A three country study. *Information & Management* 33, 1–11.
- [61] The Real Story Group (RSG). 2010. *ECM Stream: Vendor List*. <http://www.realstorygroup.com/Research/Channel/ECM/Vendors/>. Accessed 7 October 2010.
- [62] Tyrväinen, P., Päiväranta, T., Salminen, A., and Iivari, J. 2006. Guest Editorial: Characterizing the evolving research on enterprise content management. *European Journal of*

*Information Systems* 15, 627–634.

- [63] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., and Davis, F. D. 2003. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly* 27, 3, 425–478.
- [64] Vom Brocke, J., Seidel, S., and Simons, A. 2010. Bridging the Gap between Enterprise Content Management and Creativity: A Research Framework. In *Proceedings of the 43rd Hawaii International Conference on System Sciences*, Koloa, Kauai, Hawaii, 1–10.
- [65] Vom Brocke, J., Simons, A., and Cleven, A. 2010. Towards a business process-oriented approach to enterprise content management: the ECM-blueprinting framework. *Information Systems and E-Business Management*, 1–22.
- [66] Wager, S. 2005. Digital asset management, media asset management, and content management: From confusion to clarity. *Journal of Digital Asset Management* 1, 1, 40–45.
- [67] Watson, J., Patel, J., Desai, G., and Chambers, B. 2007. ECM in 2008: Compliance Takes Center Stage. *AIIM E-Doc Magazine* 21, 6, 42–45.
- [68] Watts, R. 2005. Lubrizol's experiences with DAM. *Journal of Digital Asset Management* 1, 3, 178–181.
- [69] Webster, J. and Watson, R. T. 2002. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 26, 2, xiii–xxiii.
- [70] Williams, D. J. 2005. EDRM implementation at the National Weights and Measures Laboratory. *Records Management Journal* 15, 3, 158–166.
- [71] Wixom, B. H. and Todd, P. A. 2005. A Theoretical Integration of User Satisfaction and Technology Acceptance. *Information Systems Research* 16, 1, 85–102.
- [72] Xu, J. and Quaddus, M. 2007. Exploring the Factors Influencing End Users' Acceptance of Knowledge Management Systems. Development of a Research Model of Adoption and Continued Use. *Journal of Organizational and End User Computing* 19, 4, 57–79.